

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

30.7.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 7月31日  
Date of Application:

出願番号 特願2003-283686  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP2003-283686]



出願人 高石 佳知  
Applicant(s):

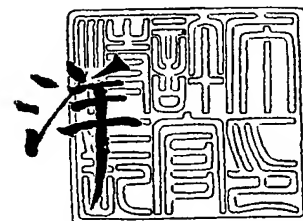
PRIORITY  
DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY

2004年 9月 9日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 PK178  
【提出日】 平成15年 7月31日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 A61B 6/14  
A61C 19/04  
【発明者】  
【住所又は居所】 兵庫県姫路市坊主町 6 6 - 1  
【氏名】 高石 佳知  
【特許出願人】  
【識別番号】 599041307  
【氏名又は名称】 高石 佳知  
【代理人】  
【識別番号】 100090310  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 木村 正俊  
【電話番号】 078-334-7308  
【ファクシミリ番号】 078-334-7318  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 142713  
【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

下顎骨のレントゲン撮影画像を基に骨密度を評価する骨密度評価装置であって、  
上記レントゲン撮影画像は上記下顎骨と並んで配置された標本体の画像を含み、  
上記標本体の画像の濃淡度を検出する検出手段と、  
上記検出手段による検出結果が基準値と一致するように上記レントゲン撮影画像の濃淡度を補正する補正手段と、

上記補正手段によって補正された補正後濃淡度に基づいて上記骨密度を評価する評価手段とを具備することを特徴とする、骨密度評価装置。

**【請求項 2】**

上記評価手段は上記レントゲン撮影画像のうち特定領域の上記補正後濃淡度に基づいて評価を行う、請求項 1 に記載の骨密度評価装置。

**【請求項 3】**

上記特定領域は第 1 小臼歯の周囲の歯槽骨部分に対応する領域を含む、請求項 2 に記載の骨密度評価装置。

**【請求項 4】**

上記評価手段は上記補正後濃淡度をヒストグラムで表示する表示手段を含む、請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の骨密度評価装置。

**【請求項 5】**

上記標本体の画像の濃淡度は該画像の場所によって異なり、  
上記検出手段は上記標本体の画像の濃淡度の平均および偏差の一方または両方を検出する、請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の骨密度評価装置。

**【請求項 6】**

上記評価手段による複数の上記レントゲン撮影画像のそれぞれに係る複数の評価結果を同時に出力する出力手段をさらに備える、請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の骨密度評価装置。

**【請求項 7】**

下顎骨のレントゲン撮影画像を基に骨密度を評価する骨密度評価方法であって、  
上記レントゲン撮影画像は上記下顎骨と並んで配置された標本体の画像を含み、  
上記標本体の画像の濃淡度を検出する検出過程と、  
上記検出過程における検出結果が基準値と一致するように上記レントゲン撮影画像の濃淡度を補正する補正過程と、

上記補正過程において補正された補正後濃淡度に基づいて上記骨密度を評価する評価過程とを具備することを特徴とする、骨密度評価方法。

## 【書類名】明細書

## 【発明の名称】骨密度評価装置および骨密度評価方法

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は、骨密度評価装置および骨密度評価方法に関し、特に例えば下顎骨のレントゲン撮影画像を基に骨密度を評価する、骨密度評価装置および骨密度評価方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、下顎骨の骨密度（骨塩量）から身体全体の骨密度を評価する研究が注目されている。特に、非特許文献1には、下顎骨のうち歯槽骨の骨密度、具体的には小白歯間（第1小白歯と第2小白歯との間）で、かつ歯頸部（エナメル質とセメント質との結合部分）から歯根尖側に向けて約6 [mm] 離れた位置における骨密度が、身体全体の骨密度と密接に関係することが、紹介されている。そして、歯槽骨のレントゲン撮影画像の濃淡度から当該歯槽骨の骨密度を推測し、その推測結果から身体全体の骨密度を評価する実験例が、記載されている。

【非特許文献1】 Grethe Jonasson, Gudrun Bankvall, Stavros Kiliaridis : Estimation of skeletal bone mineral density by means of the trabecular pattern of the alveolar bone, its interdental thickness, and the bone mass of the mandible. "ORAL SURGERY ORAL MEDICINE ORAL PATHOLOGY" September 2001, Volume 92, Number 3, p.346-p.352

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0003】

しかし、上述の非特許文献1に開示された従来技術は、飽くまで研究レベルの技術であり、単に歯槽骨のレントゲン撮影画像の濃淡度から身体全体の骨密度を感覚的に推測できることを紹介したものに過ぎない。つまり、この従来技術では、身体全体の骨密度を正確に評価することができない。なぜなら、レントゲン撮影画像の撮影時または現像時の諸条件（撮影時間の長さや現像液の温度等）によって当該レントゲン撮影画像の濃淡度に差異が生じ、換言すれば個々のレントゲン撮影画像毎に骨密度を評価する際の基準が異なるからである。

## 【0004】

そこで、この発明は、骨密度を正確に評価することができる実用的な骨密度評価装置および骨密度評価方法を提供すること、を目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

第1の発明は、下顎骨のレントゲン撮影画像を基に骨密度を評価する骨密度評価装置であって、当該レントゲン撮影画像は下顎骨と並んで配置された標本体の画像を含む。そして、標本体の画像の濃淡度を検出する検出手段と、この検出手段による検出結果が基準値と一致するようにレントゲン撮影画像の濃淡度を補正する補正手段と、この補正手段によって補正された補正後濃淡度に基づいて骨密度を評価する評価手段と、を具備することを特徴とするものである。

## 【0006】

即ち、第1の発明では、1枚のレントゲン撮影画像に下顎骨の画像と標本体の画像とが並んで表示されている。このうち標本体の画像の濃淡度が、検出手段によって検出される。そして、この検出手段による検出結果が基準値と一致するように、レントゲン撮影画像の濃淡度、詳しくは下顎骨の画像の濃淡度が、補正手段によって補正される。さらに、この補正手段による補正後濃淡度に基づいて、下顎骨の骨密度、ひいては身体全体の骨密度が、評価手段によって評価される。つまり、特定の標本体の画像の濃淡度が基準値と一致するように補正された、換言すれば一定の基準の下で補正された、レントゲン撮影画像の濃淡度に基づいて、骨密度が評価される。

## 【0007】

なお、評価手段は、レントゲン撮影画像のうち特定領域の補正後濃淡度に基づいて評価を行うようにしてもよい。

## 【0008】

この場合、特定領域は、第1小白歯の周囲の歯槽骨部分に対応する領域を含むのが、望ましい。

## 【0009】

さらに、評価手段は、補正後輝度レベルをヒストグラムで表示する表示手段を含むものとしてもよい。

## 【0010】

また、標本体の画像の濃淡度は、当該画像の場所によって異なることがある。このような濃淡度の違いは、例えば標本体の厚さ寸法が一樣でない場合に生じる。この場合、検出手段によって、当該濃淡度の平均または偏差を検出するようにするのが、望ましい。

## 【0011】

そして、複数のレントゲン撮影画像のそれぞれについての評価手段による複数の評価結果を、同時に出力する出力手段をさらに設けてもよい。このようにすれば、例えば骨密度の経時的变化を把握するのに、極めて有用である。

## 【0012】

第2の発明は、第1の発明に対応するいわゆる方法発明である。即ち、下顎骨のレントゲン撮影画像を基に骨密度を評価する骨密度評価方法であって、当該レントゲン撮影画像は下顎骨と並んで配置された標本体の画像を含む。そして、標本体の画像の濃淡度を検出する検出過程と、この検出過程における検出結果に基づいてレントゲン撮影画像の濃淡度を補正する補正過程と、この補正過程において補正された補正後濃淡度に基づいて骨密度を評価する評価過程と、を具備することを特徴とするものである。

## 【発明の効果】

## 【0013】

この発明によれば、一定の基準の下で補正された下顎骨のレントゲン撮影画像の濃淡度に基づいて、骨密度が評価される。従って、上述した従来技術とは異なり、レントゲン撮影画像毎の濃淡度の差異に関係なく、骨密度を定量的に、つまり正確に評価することができる。即ち、実用的な骨密度評価装置または骨密度評価方法を実現できる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0014】

この発明に係る歯科医療用の骨密度評価システムの一実施形態について、図1～図21を参照して説明する。

## 【0015】

図1に示すように、この実施形態の骨密度評価システム10は、パーソナルコンピュータ（以下、PCと言う。）12を備えている。このPC12には、CD-ROM（Compact Disc ROM）18から、骨密度評価プログラムがインストールされる。PC12は、この骨密度評価プログラムが起動されることで、骨密度評価装置として機能する。さらに、PC12には、画像入力手段としてのフィルムスキャナ14と、印刷手段としてのレーザプリンタ16とが、接続されている。また、PC12は、命令入力手段としてのキーボード20およびマウス22と、表示手段としてのディスプレイ24とを、備えている。

## 【0016】

このような構成の骨密度評価システム10では、レントゲンフィルム26に撮影された下顎骨の撮影画像が、フィルムスキャナ14によって読み取られ、デジタル画像データに変換される。変換された画像データは、PC12に入力され、当該PC12内の図示しないハードディスクに、例えば8ビットまたは24ビットのビットマップ形式で記録される。この要領で、ハードディスクには、同一患者の同一箇所（下顎骨）についてそれぞれ異なる日に撮影された複数の画像データが、順次記録される。

## 【0017】

なお、レントゲンフィルム 26 には、下顎骨のうち主に第 1 小白歯付近の画像、より具体的には、図 2 に示すように、第 1 小白歯 28 と、これと隣り合う犬歯 30 および第 2 小白歯 32 と、これらの歯 28～32 を支える歯槽骨 34 との画像が、撮影されている。また、これらの歯 28～32（厳密には各歯 28～32 の画像）と並んで、例えば当該各歯 28～32 の上方に、後述するリファレンスバー 36 も撮影されている。

#### 【0018】

PC12 は、かかる下顎骨の画像データ、具体的には図 2 に点線 38 で示すように第 1 小白歯 28 の歯根 40 の下側半分とその周囲の歯槽骨 34 との画像の濃淡度から、当該歯槽骨 34 の骨密度（骨塩量）を評価し、ひいては身体全体の骨密度を評価する。例えば、当該濃淡度が高い（画像が明るい）場合は骨密度が高く、当該濃淡度が低い（画像が暗い）場合は骨密度が低い、と評価する。そして、この評価結果をディスプレイ 24 に表示する。この評価結果はまた、必要に応じてハードディスクに記録され、或いはレーザプリンタ 24 によってカルテ（またはカルテに添付される用紙）42 に印刷される。

#### 【0019】

このように第 1 小白歯 28 の歯根 40 の下側半分とその周囲の歯槽骨 34 とを評価の対象とするのは、上述した従来技術で紹介されているように、当該第 1 小白歯 28 の周囲（第 1 小白歯と第 2 小白歯との間）の歯槽骨 34 の骨密度が、身体全体の骨密度と密接に関係するからである。また、歯槽骨 34 の上側は歯周病による影響を受け易く、例えば歯周病に罹ると歯槽骨 34 の上側の骨密度が低下するため、かかる歯周病による影響を排除するために当該歯槽骨 34（歯根 40）の上側半分を評価対象から外してある。なお、歯根 40 自体の成分（画像の濃淡度）は、身体全体の骨密度との間で特別な関係はないので、当該歯根 40 については評価対象から外してもよい。ただし、当該歯根 40 の成分は殆ど不変であるので、これを評価対象に入れるか否かは骨密度の評価結果には特に影響しない。よって、この実施形態では、歯根 40 の下側半分についても評価対象に入れてある。

#### 【0020】

ここで、改めて評価対象について厳密に説明すると、当該評価対象とされる上述の点線 38 で囲まれた矩形領域の上側端縁は、第 1 小白歯 28 の歯頸部から歯根尖までの距離 D の半分の位置に設定される。そして、当該矩形領域 38 の下側端縁は、第 1 小白歯 28 の歯根尖の位置に設定される。さらに、矩形領域 38 の右側端縁は、各歯 28～32 の歯頸部を結ぶ直線 44 上における第 1 小白歯 28 と犬歯 30 との中間点の位置に合わせられる。これと同様に、左側端縁は、当該直線 44 上における第 1 小白歯 28 と第 2 小白歯との中間点の位置に合わせられる。

#### 【0021】

また、上述のリファレンスバー 36 は、図 3 に示すような標本体としてのアルミニウム製ブロック（以下、このアルミニウム製ブロックについても同じ符号 36 を付して説明する。）の撮影画像である。即ち、アルミニウム製ブロック 36 は、その長手方向において厚さ寸法が段階的に変化する階段状のものであり、当該階段の段差  $\Delta T$  および間隔（階段の踏板に相当する部分の長さ）P のそれぞれは、一定とされている。また、段数は、7 段～9 段程度とされている。さらに、最上段の上面には、後述する X 線 46（図 5 参照）を遮断するべく、アルミニウム箔 48 が貼着されている。なお、このアルミニウム製ブロック 36 の長さ寸法 L は、20 [mm] 程度であり、幅寸法 W は、10 [mm] 程度である。また、最下段部分での厚さ寸法（底面 50 から最下段の上面までの高さ寸法）Ta は、1 [mm] 前後であり、最上段部分での厚さ寸法（底面 50 から最上段の上面までの高さ寸法）Tb は、例えば 6 [mm]～8 [mm] 程度である。

#### 【0022】

このアルミニウム製ブロック 36 は、撮影前に、図 4 に示すように縦長長方形のレントゲンフィルム 26 の撮影面（露光面）52 上に貼着される。具体的には、アルミニウム製ブロック 36 は、その長手方向をレントゲンフィルム 26 の上端縁に沿う方向に延伸させ、かつ底面 50 をレントゲンフィルム 26 の撮影面 52 に対向させた状態で、当該撮影面 52 の上端寄りの部分に貼着される。そして、かかるアルミニウム製ブロック 36 が貼着

されたレントゲンフィルム 26 は、撮影時において、図 5 に示すように、上端縁（アルミニウム製ブロック 38 が設けられている側の端縁）を図示しない患者の上顎側（図 5 の紙面の表面側）に向け、かつ撮影面 52 を外方に向けた状態で、撮影対象である各歯 28 ～ 32 および歯槽骨 34 の内側に設置される。このとき、レントゲンフィルム 26 は、図示しないフィルムホルダによって支持される。そして、このレントゲンフィルム 26 の撮影面 52 に向けて、測定対象（各歯 28 ～ 32 および歯槽骨 34）の外側に設置されたレントゲン撮影装置（X 線照射器）54 から、X 線 46 が照射される。これによって、上述した図 2 の如く、各歯 28 ～ 32 の撮影画像と、歯槽骨 34 の撮影画像と、アルミニウム製ブロック 36 の撮影画像（リファレンスバー 36）とが、1 枚のレントゲンフィルム 26 に並んで写し出される。

#### 【0023】

なお、アルミニウム製ブロック 36 は上述の如く階段状の形状をしているので、その撮影画像であるリファレンスバー 36 は、長手方向において、当該アルミニウム製ブロック 36 の厚さ寸法（高さ寸法）に応じた濃淡度を示す。即ち、厚みの小さいところほど、暗く（黒っぽく）示され、厚みの大きいところほど、明るく（白っぽく）示される。そして、アルミニウム箔 48 が貼着されたところは、最も明るく（例えば真っ白に）示される。

#### 【0024】

さて、今、上述の如く同一患者についてそれぞれ異なる日に撮影された複数（ここでは 4 枚以上）の画像データが、既に PC 12 内のハードディスクに記録されているとする。この状態で、上述した骨密度評価プログラムが起動されると、PC 12 のディスプレイ 24 には、図 6 に示すようなメイン画面 100 が表示される。

#### 【0025】

即ち、このメイン画面 100 の一番上には、横長のタイトルバー 102 が表示される。このタイトルバー 102 内には、例えば患者のカルテの番号を表す横書きの文字列 104 が左詰で表示される。そして、タイトルバー 102 の下方に、当該タイトルバー 102 と同様の横長のメニューバー 106 が表示される。このメニューバー 106 内には、メイン画面 100 において操作可能なメニューの内容を表す複数の文字列 108, 108, … が、横一列に表示される。さらに、メニューバー 106 の下方には、ツールバー 110 が表示され、このツールバー 110 内には、上述のメニューを図案化した複数のツールボタン 112, 112, … が、横一列に表示される。そして、ツールバー 110 の下方に、矩形のフレーム領域 114 が表示される。

#### 【0026】

このフレーム領域 114 の上側には、概ね正方形の 4 つのピクチャボックス 116, 116, … が横一列に表示される。そして、これらピクチャボックス 116, 116, … の下方には、“画像 1”, “画像 2”, “画像 3” および “画像 4” という当該各ピクチャボックス 116, 116, … に表示される画像の見出しを表す 4 つの文字列 118, 118, … が、この順番で左から表示される。さらに、それぞれの文字列 118 の下方には、後述するサブ画面 200 における補正後の輝度  $Y_{o'}$  [i, j] の平均値  $M_{o'}$  および偏差  $D_{o'}$  を表す 2 つの文字列 120 および 122 が、上下 2 段で表示される。

#### 【0027】

また、各ピクチャボックス 116, 116, … の並びのさらに右横方には、当該各ピクチャボックス 116, 116, … のいずれを有効とするのかを選択するための 4 つのラジオボタン 124, 124, … が、縦一列に表示される。そして、それぞれのラジオボタン 124 の右横方には、当該ラジオボタン 124 に対応する“画像 A”（A は 1 ～ 4 のいずれかの数値）を示す文字列 126 が表示されている。さらに、ラジオボタン 124, 124, … の並びの上方には、当該ラジオボタン 124, 124, … の機能を表す“画像選択”という文字列 128 が表示される。一方、ラジオボタン 124, 124, … の並びの下方には、後述する基準平均値  $SM_b$  および基準偏差  $SD_b$  を表す 2 つの文字列 130 および 132 が、上下 2 段で表示される。

**【0028】**

そして、フレーム領域 114 の下側には、ヒストグラム表示エリア 134 が表示される。このヒストグラム表示エリア 134 については後で詳しく説明するが、当該ヒストグラム表示エリア 134 の横軸には、一定の間隔で目盛線 136, 136, ... が記されている。そして、それぞれの目盛線 136 の下方には、当該目盛線 136 の指示値を表す文字列 138 が表示されている。

**【0029】**

この図 6 に示すメイン画面 100 において、上述したマウス 22 の操作によって“画像 1”に対応するラジオボタン 124 が ON (クリック) される、つまり当該“画像 1”に対応するピクチャボックス 116 が有効化されるとする。そして、この状態で、マウス 22 の操作によってハードディスクから任意の画像データが読み込まれるとする。すると、図 7 に示すように、“画像 1”のピクチャボックス 116 内に、当該画像データに従うレントゲン撮影画像 140 が表示される。なお、このレントゲン撮影画像 140 は、グレースケールで表示される。また、元の画像データがカラーデータの場合には、当該画像データはハードディスクからの読み込み時にグレースケールデータに変換される。この画像データを読み込むためのコマンドは、メニューバー 106 内の“ファイル”メニューに格納されている。

**【0030】**

これと同様の要領で、他の“画像 2”、“画像 3”および“画像 4”についても、それぞれに対応するラジオボタン 124 が ON された状態でハードディスクから画像データが読み込まれると、図 8 に示すように、読み込まれた画像データに従うレントゲン撮影画像 140 がそれぞれに対応するピクチャボックス 116 内に表示される。なお、これらのピクチャボックス 116, 116, ... に表示されるレントゲン撮影画像 140, 140, ... は、同一患者のものであり、“画像 1”、“画像 2”、“画像 3”および“画像 4”の順番で撮影日が古い (“画像 1”の撮影日が一番古い) ものとする。

**【0031】**

このようにして各ピクチャボックス 116, 116, ... 内にレントゲン撮影画像 140, 140, ... が表示された後、“画像 1”に対応するラジオボタン 124 が ON され、この状態で、当該“画像 1”のレントゲン撮影画像 140 について評価対象とする領域を選択する旨の操作がマウス 22 によって成されると、ディスプレイ 24 に、図 9 に示すようなサブ画面 200 が表示される。なお、この領域選択を命令するためのコマンドは、メニューバー 106 内にある“編集”メニューに格納されている。

**【0032】**

図 9 において、サブ画面 200 の一番上には、横長のタイトルバー 202 が表示される。このタイトルバー 202 には、例えばカルテの番号と、現在有効化されている“画像 A” (ここでは“画像 1”) という情報と、を表す横書きの文字列 204 が、左詰で表示される。そして、タイトルバー 202 の下方に、矩形のフレーム領域 206 が表示される。

**【0033】**

このフレーム領域 206 の左上部分には、後述する基準平均値 SMb および基準偏差 SDb を表す 2 つの文字列 208 および 210 が、上下 2 段で表示される。そして、これらの文字列 208 および 210 の並びの下方には、概ね正方形の領域選択エリア 212 が表示される。この領域選択エリア 212 には、現在有効化されている“画像 A”のレントゲン撮影画像 140 が拡大表示される。さらに、この領域選択エリア 212 の右横方には、当該領域選択エリア 212 内に表示されている拡大画像 214 を回転させるためのスライダ 216 が表示される。例えば、マウス 22 によってこのスライダ 216 が上方側へスライドされると、拡大画像 214 は反時計回りに回転する。これとは反対に、スライダ 216 が下方側へスライドされると、拡大画像 214 は時計回りに回転する。このスライダ 216 による拡大画像 214 の回転角度は、当該スライダ 216 の上方に表示された文字列 218 によって表される。

**【0034】**

一方、フレーム領域 206 の右上部分には、横長のリファレンスバー表示エリア 220 が表示される。そして、このリファレンスバー表示エリア 220 の下方の左よりの部分には、概ね正方形の評価対象表示エリア 222 が表示される。これらのエリア 220 および 222 については、後で詳しく説明する。

#### 【0035】

さらに、評価対象表示エリア 222 の右横方には、後述する平均値  $M_b$  および偏差  $D_b$  を表す 2 つの文字列 224 および 226 が、上下 2 段で表示される。そして、これらの文字列 224 および 226 の並びの上方には、当該各文字列 224 および 226 の見出しを表す“リファレンスバー”という文字列 228 が表示される。そしてさらに、文字列 224 および 226 の並びの下方には、後述する補正後平均値  $M_o'$  および補正後偏差  $D_o'$  を表す 2 つの文字列 230 および 232 が、上下 2 段で表示される。そして、これらの文字列 230 および 232 の並びと上述の文字列 224 および 226 の並びとの間には、文字列 230 および 232 の見出しを表す“評価対象（補正值）”という文字列 234 が表示される。

#### 【0036】

また、評価対象表示エリア 222 の下方には、2 つのラジオボタン 236 および 236 が、横一列に表示される。そして、それぞれのラジオボタン 236 の右横方には、当該ラジオボタン 236 の見出しを表す文字列 238 が表示される。さらに、ラジオボタン 236 および 236 の並びの上方には、当該ラジオボタン 236 および 236 の機能を表す“選択範囲”という文字列 240 が表示される。

#### 【0037】

そして、フレーム領域 206 の下側には、ヒストグラム表示エリア 242 が表示される。このヒストグラム表示エリア 242 については後で詳しく説明するが、当該ヒストグラム表示エリア 242 の横軸には、一定の間隔で目盛線 244、244、・・・が記されている。そして、それぞれの目盛線 244 の下方には、当該目盛線 244 の指示値を表す文字列 246 が表示される。

#### 【0038】

この図 9 において、マウス 22 の操作によって“リファレンスバー”と記されたラジオボタン 236 が ON されるとする。そして、領域選択エリア 212 に表示されたレントゲン撮影画像 214 上において、図 10 に点線 248 で示すように、マウス 22 の操作によって上述したリファレンスバー 36 に対応する部分 250 が選択されたとする。具体的には、当該点線 248 で示される領域選択用の矩形の描画開始点 S がマウス 22 のクリック操作によって指定された後、当該矩形 248 の描画終了点 E がマウス 22 のドラッグ・アンド・ドロップ操作によって指定されたとする。なお、このとき、リファレンスバー 250 (36) の長手方向 (図 10 の左右方向) において、矩形 248 の一辺が当該リファレンスバー 250 の一端縁と一致し、かつ当該一辺と対向する矩形 248 の他辺がリファレンスバー 250 の他端縁と一致するようにするのが、肝要である。一方、リファレンスバー 250 の幅方向 (図 10 の上下方向) においては、矩形 248 の各辺 (上辺および下辺) が当該リファレンスバー 250 の周縁よりも内側にあればよい。

#### 【0039】

このようにしてマウス 22 の操作によってリファレンスバー 250 としての領域 248 が選択されると、図 11 に示すように、当該リファレンスバー領域 248 の拡大画像 252 が、リファレンスバー表示エリア 220 に表示される。そして、このリファレンスバー領域 248 を構成する各画素の輝度  $Y_b[i, j]$  ( $[i, j]$ : 各画素) が 256 階調に振り分けられる (変換される) と共に、次の数 1 に基づいて、それぞれの階調  $x$  ( $x = 0 \sim 255$ ) 毎の度数  $H_b[x]$  が求められる。

#### 【0040】

## 【数1】

$$Hb[x] = \frac{nb[x]}{Nb}$$

## 【0041】

この数1において、 $nb[x]$  は、階調  $x$  に振り分けられた画素数であり、 $Nb$  は、リファレンスバー領域 248 を構成する全ての画素数である。このように階調  $x$  毎の画素数  $nb[x]$  を全画素数  $Nb$  で除することによって、いわゆる正規化された度数  $Hb[x]$  が求められる。

## 【0042】

この数1の演算結果  $Hb$  は、図12に示すテーブルに記録される。このテーブルは、骨密度評価プログラムが起動されたときに、ハードディスク内に形成される。

## 【0043】

そして、この度数  $Hb[x]$  を用いて、リファレンスバー領域 248 における輝度  $Yb[i, j]$  の平均値  $Mb$  および偏差  $Db$  が求められる。具体的には、平均値  $Mb$  は、数2によって求められ、偏差  $Db$  は、数3によって求められる。

## 【0044】

## 【数2】

$$Mb = \sum_{x=0}^{255} \{x \cdot Hb[x]\}$$

## 【0045】

## 【数3】

$$Db = \sqrt{\sum_{x=0}^{255} \{(x - Mb)^2 \cdot Hb[x]\}}$$

## 【0046】

これら数2および数3によって求められた平均値  $Mb$  および偏差  $Db$  もまた、上述のテーブルに記録される。そして、これら平均値  $Mb$  および偏差  $Db$  は、図11に示すように、文字列 224 および 226 によって表示される。

## 【0047】

さらに、現在有効化されている画像が“画像1”である場合には、平均値  $Mb$  および偏差  $Db$  は、それぞれ上述した基準平均値  $SMb$  および基準偏差  $SDb$  として設定される。換言すれば、図12のテーブルにおいて、“画像1”の欄に記憶された平均値  $Mb$  および偏差  $Db$  は、それぞれ基準平均値  $SMb$  および基準偏差  $Db$  として取り扱われる。そして、これらの基準平均値  $SMb$  および基準偏差  $Db$  は、図11に示すように、文字列 208 および 210 によって表示される。

## 【0048】

このようにしてリファレンスバー領域 248 の選択が行われた後、次に、“評価対象”と記されたラジオボタン 236 が ON されたとする。そして、領域選択エリア 212 に表示されたレントゲン撮影画像 214 上において、図13に点線 254 で示すように、上述した図2における矩形領域 38 に対応する部分が選択されたとする。即ち、第1小白歯 28 に対応する画像 256 のうち歯根 40 の下側半分に対応する部分 258 と、その周囲の歯槽骨 34 に対応する部分 260 とが、領域選択用の矩形 254 で囲まれたとする。

## 【0049】

すると、図14に示すように、矩形 254 で囲まれた評価対象としての領域の拡大画像 262 が、評価対象表示エリア 222 に表示される。そして、当該評価対象領域 254 を構成する各画素の輝度  $Yo[i, j]$  が 256 階調に振り分けられると共に、次の数4に基づいて、それぞれの階調  $x$  毎の度数  $Ho[x]$  が求められる。

## 【0050】

## 【数 4】

$$Ho[x] = \frac{no[x]}{No}$$

## 【0051】

この数 4 において、 $no[x]$  は、階調  $x$  に振り分けられた画素数であり、 $No$  は、評価対象領域 254 を構成する全ての画素数である。この数 4 の演算結果  $Ho$  は、上述した図 12 のテーブルに記録される。

## 【0052】

そして、この数 4 の演算結果  $Ho[x]$  を用いて、評価対象領域 254 における輝度  $Yo[i, j]$  の平均値  $Mo$  および偏差  $Do$  が求められる。具体的には、平均値  $Mo$  は、数 5 によって求められ、偏差  $Do$  は、数 6 によって求められる。

## 【0053】

## 【数 5】

$$Mo = \sum_{x=0}^{255} \{x \cdot Ho[x]\}$$

## 【0054】

## 【数 6】

$$Do = \sqrt{\sum_{x=0}^{255} \{(x - Mo)^2 \cdot Ho[x]\}}$$

## 【0055】

これら数 5 および数 6 によって求められた平均値  $Mo$  および偏差  $Do$  もまた、上述のテーブルに記録される。

## 【0056】

さらに、上述した基準平均値  $SMb$  および基準偏差  $SDb$  と、数 2 および数 3 によって求められた平均値  $Mb$  および偏差  $Db$  とに基づいて、評価対象領域 254 の画像の輝度  $Yo[i, j]$  が補正される。具体的には、次の数 7 によって補正後輝度  $Yo'[i, j]$  が求められる。

## 【0057】

## 【数 7】

$$Yo'(i, j) = \frac{SDb}{Db} \cdot (Yo[i, j] - Mb) + SMb$$

## 【0058】

そして、上述した数 4 ～ 数 6 と同様の要領で、当該補正後輝度  $Yo'[i, j]$  に基づく階調毎度数  $Ho'[x]$ 、平均値  $Mo'$  および偏差  $Do'$  が求められる。これら補正後の階調毎度数  $Ho'[x]$ 、平均値  $Mo'$  および偏差  $Do'$  もまた、上述のテーブルに記録される。なお、有効化されている“画像 A”が“画像 1”である場合は、補正後輝度  $Yo'[i, j]$  は補正前の輝度  $Yo[i, j]$  と等価になる。従って、補正後の階調毎度数  $Ho'[x]$ 、平均値  $Mo'$  および偏差  $Do'$  もまた、補正前の階調毎度数  $Ho[x]$ 、平均値  $Mo$  および偏差  $Do$  と等価になる。そして、補正後の平均値  $Mo'$  および偏差  $Do'$  は、図 14 に示すように、文字列 230 および 232 によって表される。

## 【0059】

さらに、ヒストグラム表示エリア 242 には、上述の階調毎度数  $Ho[x]$  および補正後の階調毎度数  $Ho'[x]$  のそれぞれに従う 2 つのヒストグラムが表示される。即ち、横軸に階調  $x$  を表し、縦軸に当該階調  $x$  毎の度数  $Ho[x]$  または  $Ho'[x]$  を表した 2 本の曲線 264 および 266 が表示される。これらの曲線 264 および 266 は、互い

に異なる色で表示され、例えば曲線 264 は青色で表示され、曲線 266 は赤色で表示される。なお、有効化されている“画像 A”が“画像 1”の場合には、各曲線 264 および 266 は互いに重複して表示され、例えば曲線 264 の上に曲線 266 が重ねて表示される。従って、この場合、外観上は 1 本の曲線 266 のみが表示されているように見える。また、上述した目盛線 224, 224, … およびこれらの指示値を表す文字列 244, 244, … は、64 階調毎に表示されている。

#### 【0060】

このように図 14 に示すようなサブ画像 200 が表示された後、タイトルバー 204 の右端にある“×”印のボタン（いわゆる閉じるボタン）268 がクリックされると、ディスプレイ 24 の表示は、図 15 に示すようなメイン画面 100 に戻る。

#### 【0061】

即ち、補正後の平均値  $M_o'$  および偏差  $D_o'$  が、“画像 1”のピクチャボックス 116 の下方の文字列 120 および 122 によって表される。そして、上述した基準平均値  $S_{Mb}$  および基準偏差  $S_{Db}$  が、メイン画面 100 の右端部分に表示された文字列 130 および 132 によって表される。さらに、ヒストグラム表示エリア 134 には、横軸に階調  $x$  を表し、縦軸に当該階調  $x$  毎の補正後の度数  $H_o' [x]$  を表したヒストグラム、つまり図 14 における曲線 266 と同様の曲線 142 が表示される。なお、このヒストグラム表示エリア 134 においても、目盛線 136, 136, … およびこれらの目盛値を表す文字列 138, 138, … は、64 階調毎に表示される。

#### 【0062】

これと同じ要領で、“画像 2”についてもサブ画像 200 が表示され、当該サブ画像 200 上でリファレンスバー領域 248 と評価対象領域 254 とが選択されると、当該サブ画像 200 は図 16 に示すようになる。

#### 【0063】

即ち、サブ画面 200 の右端部分に表示された文字列 224 および 226 によって、リファレンスバー領域 248 の輝度  $Y_b [i, j]$  の平均値  $M_b$  および偏差  $D_b$  が表される。換言すれば、上述した数 2 および数 3 の演算結果  $M_b$  および  $D_b$  が表示される。そして、文字列 230 および 232 によって、評価対象領域 254 の補正後の輝度  $Y_o' [i, j]$  の平均値  $M_o'$  および偏差  $D_o'$  が表される。つまり、数 5 および数 6 の算出結果  $M_o'$  および  $D_o'$  が表示される。さらに、ヒストグラム表示エリア 242 に、補正前の階調毎度数  $H_o [x]$  および補正後の階調毎度数  $H_o' [x]$  のそれぞれに従う 2 つの曲線 264 および 266 が、互いに異なる色で表示される（図 16 においてはこの色の違いを線種の違いで表現している）。

#### 【0064】

なお、ここで言う補正、つまり上述の数 7 に基づく補正とは、次のような意味を持つ。即ち、数 7 に基づいて補正されるということは、“画像 A”と“画像 1”との間で互いのリファレンスバー領域 248 の輝度  $Y [i, j]$  が等価となるように、当該“画像 A”の評価対象領域 254 の輝度  $Y_o [i, j]$  が補正される、ということである。換言すれば、“画像 A”の輝度  $Y [i, j]$  の基準が、“画像 1”の輝度  $Y [i, j]$  の基準に合わせられる、ということである。

#### 【0065】

また、図 16 に示すように、領域選択エリア 212 内に表示されているレントゲン撮影画像 214 が傾いている場合は、スライダ 216 によって当該レントゲン撮影画像 214 の傾きを矯正する。具体的には、例えばレントゲン撮影画像 214 上のリファレンスバー 250 が水平方向に沿って延伸していないときは、当該リファレンスバー 250 が水平方向に沿って延伸するように当該レントゲン撮影画像 214 の傾きを矯正する。そして、この矯正後、リファレンスバー領域 248 を選択する。一方、各歯 28～32 に対応する画像 256, 270 および 272 の並びが水平方向に沿っていない場合には、この並びが水平方向に沿うようにレントゲン撮影画像 214 の傾きを矯正する。そして、この矯正後、評価対象領域 254 を選択する。

## 【0066】

このようにして“画像2”についてリファレンス領域248と評価対象領域256とが選択された後、これと同様の要領で、“画像3”および“画像4”のそれぞれについて当該各領域248および256が選択され、ディスプレイ24の表示がメイン画面100に戻されると、当該メイン画面100は図17に示すようになる。

## 【0067】

即ち、各“画像A”の補正後の平均値 $M_o'$  および偏差 $D_o'$  が、それぞれに対応するピクチャボックス116, 116, ...の下方の文字列120および122によって表示される。そして、上述したように、メイン画面100の右端部分に表示された文字列130および132によって、基準平均値 $SM_b$  および基準偏差 $SD_b$  が表される。さらに、ヒストグラム表示エリア134に、各“画像A”の補正後の階調毎度数 $H_o'$  [x] に従う4つのヒストグラム（曲線142, 142, ...）が、互いに異なる色で表示される。

## 【0068】

このように、この実施形態によれば、評価対象領域254の位置が一様に規定されると共に、一定の基準の下で評価対象領域254の輝度 $Y_o'$  [i, j] が補正される。そして、この補正後輝度 $Y_o'$  [i, j] に基づいて、それぞれ撮影日の異なる各“画像A”間で濃淡度が比較される。従って、この比較結果から時間の経過に伴う骨密度の変化を容易に把握することができる。即ち、骨密度を感覚的にしか評価できなかった従来技術とは異なり、当該骨密度を定量的に、つまり正確に評価することができる。

## 【0069】

なお、図17に示すメイン画面100の内容、言わば骨密度の評価結果は、上述したようにハードディスクに記録（保存）することができる。また、当該評価結果は、レーザプリンタ16によってカルテ42に印刷することもできる。このように評価結果を記録したり印刷したりするためのコマンドは、メイン画面100のメニューバー106内にある“ファイル”メニューに格納されている。そして、メイン画面100のタイトルバー102の右端にある“X”印のボタン144がクリックされると、骨密度評価プログラムが終了される。

## 【0070】

このように骨密度評価プログラムが起動されているとき、PC12（厳密にはPC12内のCPU）は、図18～図21のフローチャートに示される各処理を実行する。

## 【0071】

即ち、図18に示すように、骨密度評価プログラムが起動されると、PC12は、ステップS1に進み、上述した図12のテーブルの内容を参照する。そして、ステップS3に進み、当該ステップS1における参照結果に基づいて、ディスプレイ24にメイン画面100を表示する。

## 【0072】

メイン画面100の表示後、PC12は、ステップS5に進み何らかの操作が成されるのを待つ。つまり、コマンド待ち状態となる。そして、何らかの操作が成されると、PC12は、ステップS7に進み、その操作内容を判定する。

## 【0073】

ここで、骨密度評価プログラムを終了する旨の操作が成される、つまり上述の“X”印のボタン144がマウス22によってクリックされると、PC12は、当該骨密度評価プログラムを終了する。

## 【0074】

一方、いずれかのラジオボタン124がクリック（ON）されると、PC12は、ステップS9に進み、クリックされたラジオボタン124のみにチェックマーク（黒丸）が表示されるように、各ラジオボタン124, 124, ...の表示を制御する。そして、ステップS11に進み、当該クリックされたラジオボタン124に対応する“画像A（Aは1～4のいずれかの数字）”を有効化した後、ステップS5に戻る。

## 【0075】

また、ステップS7においてハードディスクから任意の画像を読み込む旨の操作が成されたと判定すると、PC12は、ステップS13に進む。そして、このステップS13において画像を読み出した後、ステップS15において当該読み出した画像を“画像A”に対応するピクチャボックス116に表示する。さらに、ステップS17において、“画像A”の補正後の平均値Mo' および偏差Do' を表示するための文字列120および122をクリアする（ゼロにする）。そして、ステップS5に戻る。

## 【0076】

さらに、ステップS7において領域選択の旨の操作が成されたと判断すると、PC12は、ステップS19に進み、“画像A”が既に読み込まれているか否かを判断する。ここで、“画像A”が未だ読み込まれていない場合は、ステップS21に進み、図には示さないが、“画像A”が未だ読み込まれていないことを表すメッセージをディスプレイ24に表示する。そして、このメッセージを一定時間表示した後、ステップS105に戻る。

## 【0077】

一方、“画像A”が読み込まれている場合には、ステップS19からステップS23に進み、領域選択処理を行う。即ち、上述したサブ画面200の機能を実現するための処理を実行する。この領域選択処理の詳細については、後で説明する。そして、このステップS23の領域選択処理を終えると、PC12は、ステップS1に戻る。

## 【0078】

そして、ステップS7において評価結果を保存する旨の操作が成されたと判断すると、PC12は、ステップS25に進む。そして、このステップS25において評価結果、つまりメイン画面100の内容をハードディスクに記録した後、ステップS105に戻る。

## 【0079】

また、ステップS7において評価結果を印刷する旨の操作が成されたと判断すると、PC12は、ステップS27に進み、当該評価結果をレーザプリンタ16に印刷させる。そして、印刷終了後、ステップS5に戻る。

## 【0080】

さらに、ステップS7において上述以外の操作が成されたと判断すると、PC12は、ステップS29に進み、その操作に応じた処理を実行した後、ステップS5に戻る。

## 【0081】

さて、上述のステップS23の領域選択処理において、PC12は、具体的に次のような処理を実行する。即ち、図19に示すように、領域選択処理に入ると、PC12は、まず、ステップS101においてディスプレイ24にサブ画面200を表示する。そして、ステップS103において何らかの操作が成されるのを待ち、何らかの操作が成されると、ステップS105に進んで当該操作の内容を判定する。

## 【0082】

ここで、サブ画面200の表示を終了する旨の操作が成されると、つまり“×”印のボタン268がクリックされると、PC12は、ステップS107に進み、当該サブ画面200の表示を終了する。そして、改めてメイン画面100を表示するべく、図18のステップS1に戻る。

## 【0083】

一方、ステップS105においてスライダ216が操作されたと判断すると、PC12は、ステップS109に進む。そして、このステップS109において、マウス22の操作に応じてサブ画面200上のスライダ216の表示状態を制御し、さらにステップS111において当該スライダ216の位置に応じて文字列218（レントゲン撮影画像214の回転角度）の表示を制御する。そしてさらに、ステップS113において、レントゲン撮影画像214の傾きを制御した後、ステップS115に進み、マウス22による操作が継続されているか否かを判断する。ここで、操作が継続されている場合は、ステップS109に戻り、継続されていない場合には、ステップS103に戻る。

## 【0084】

そして、ステップ S105 においていずれかのラジオボタン 236 がクリックされたと判断すると、PC12 は、ステップ S117 に進み、クリックされたラジオボタン 236 にのみチェックマークが表示されるように、各ラジオボタン 236 および 236 の表示を制御する。そして、ステップ S119 において、当該クリックされたラジオボタン 236 に対応する領域がリファレンスバー領域 248 および評価対象領域 254 のいずれであるのかを認識した後、ステップ S103 に戻る。

#### 【0085】

さらに、ステップ S105 において上述のリファレンスバー 36 に対応する領域 248 が選択された、つまり“リファレンスバー”と記されたラジオボタン 236 が ON されている状態で領域選択エリア 212 内のレントゲン撮影画像 214 上においてマウス 22 の操作が成されたと判断すると、PC12 は、図 20 のステップ S121 に進む。そして、このステップ S121 において、マウス 22 の操作に応じてリファレンスバー領域 248 を設定した後、ステップ S123 に進み、当該リファレンスバー領域 248 の画像をリファレンスバー表示エリア 220 に拡大表示する。

#### 【0086】

そして、PC12 は、ステップ S125 において、リファレンスバー領域 248 の画像の輝度  $Yb[i, j]$  を取得する。このとき、当該輝度  $Yb[i, j]$  を 256 階調に振り分ける。そして、ステップ S127 において、上述した数 1 に基づいて階調毎度数  $Hb[x]$  を演算し、ステップ S129 において、当該演算結果  $Hb[x]$  を上述した図 12 のテーブルに記録する。

#### 【0087】

さらに、PC12 は、ステップ S131 において、上述の数 2 に基づいて平均値  $Mb$  を求めると共に、数 3 に基づいて偏差  $Db$  を求め、ステップ S133 において、これらの演算結果  $Mb$  および  $Db$  をテーブルに記録する。そして、ステップ S135 において、これら平均値  $Mb$  および偏差  $Db$  を文字列 224 および 226 で表した後、ステップ S137 において、現在有効化されているのは“画像 1”であるか否かを判断する。

#### 【0088】

ここで、“画像 1”が有効化されていると判断すると、PC12 は、ステップ S139 に進み、上述の平均値  $Mb$  および偏差  $Db$  を、それぞれ基準平均値  $SMb$  および基準偏差  $Db$  として、文字列 208 および 210 によって表示する。そして、この表示後、図 19 のステップ S103 に戻る。一方、現在有効化されているのが“画像 1”ではない場合は、ステップ S139 をスキップして、直接ステップ S103 に戻る。

#### 【0089】

また、図 19 のステップ S105 において評価対象領域 254 が選択された、つまり“評価対象”と記されたラジオボタン 236 が ON されている状態で領域選択エリア 212 内のレントゲン撮影画像 214 上においてマウス 22 の操作が成されたと判断すると、PC12 は、図 21 のステップ S141 に進む。そして、このステップ S141 において、マウス 22 の操作に応じて評価対象領域 254 を設定した後、ステップ S143 に進み、当該評価対象領域 254 内の画像を評価対象表示エリア 222 に拡大表示する。

#### 【0090】

そして、ステップ S145 において、評価対象領域 254 内の画像の輝度  $Yo[i, j]$  を取得する。このとき、当該輝度  $Yo[i, j]$  を 256 階調に振り分ける。そして、ステップ S147 において、上述した数 4 に基づいて階調毎度数  $Ho[x]$  を演算し、ステップ S149 において、当該演算結果  $Ho[x]$  を図 12 のテーブルに記録する。さらに、PC12 は、ステップ S151 において、階調毎度数  $Ho[x]$  に従うヒストグラム、つまり曲線 264 を、ヒストグラム表示エリア 242 に表示する。

#### 【0091】

このステップ S151 の実行後、PC12 は、ステップ S153 に進む。そして、このステップ S153 において、上述した数 5 に基づいて平均値  $Mo$  を求めると共に、数 6 に基づいて偏差  $Do$  を求め、ステップ S155 において、これらの演算結果  $Mo$  および  $Do$

をテーブルに記録する。そして、ステップS157において、基準平均値SMbおよび基準偏差SDbが設定されているか否かを判断する。

#### 【0092】

ここで、基準平均値SMbおよび基準偏差SDbが設定されていない場合、PC12は、図19のステップS103に戻る。一方、基準平均値SMbおよび基準偏差SDbが設定されている場合は、ステップS159に進み、上述した数7に基づいて、補正後輝度Y' [i, j] を求める。このときも、当該補正後輝度Y' [i, j] を256階調に振り分ける。

#### 【0093】

そして、ステップS161に進み、補正後輝度Y' [i, j] に基づく階調毎度数Ho' [x] を求めた後、ステップS163において当該演算結果Ho' [x] を上述のテーブルに記録する。そして、ステップS165において、補正後の階調毎度数Ho' [x] に従うヒストグラム、つまり曲線266を、ヒストグラム表示エリア242に表示する。

#### 【0094】

さらに、PC12は、ステップS167において、補正後の階調毎度数Ho' [x] に基づいて平均値Mo' を求めると共に、これら補正後の階調毎度数Ho' [x] および平均値Mo' に基づいて偏差Do' を求める。そして、ステップS169において、これらの演算結果Mo' およびDo' をテーブルに記録する。さらに、ステップS171において、これら補正後の平均値Mo' および偏差Do' を文字列230および232によって表示した後、図19のステップS103に戻る。

#### 【0095】

以上のように、この実施形態の骨密度評価システム10は、図1に示すような比較的簡単な構成であるので、開業医のような比較的の小規模な医療施設においても容易に導入することができる。しかも、上述した従来技術とは異なり、定量的に骨密度を評価できるので、歯科治療過程において前置的なスクリーニング（骨粗鬆症であるか否かの判断）が可能となる。このことは、後々の治療計画を立てるのに極めて有用であり、例えば下顎骨の強健さが要求されるインプラント治療の事前検査に特に貢献する。

#### 【0096】

なお、この実施形態においては、PC12に骨密度評価プログラムを実行させることで当該PC12を骨密度評価装置として機能させるようにしたが、これに限らない。例えば、この実施形態と同様の機能を有する専用の骨密度評価装置を構成してもよい。

#### 【0097】

また、画像入力手段として、フィルムスキャナ14を用いたが、これに限らない。例えばCCD（Charge Coupled Device）カメラ等の撮影手段を用いてもよいし、レントゲン撮影時に直接画像を取り込むいわゆるデジタルカセットを用いてもよい。そして、印刷手段としてのレーザプリンタ16に代えて、インクジェットプリンタやドットインパクトプリンタ等の他の印刷方式を採用するプリンタを用いてもよい。また、磁気カードなどの記録媒体に、評価結果を記録してもよい。

#### 【0098】

さらに、標本体として階段状のアルミニウム製ブロック36を用いたが、これに限らない。例えば、厚みが一定のアルミニウム製ブロックを用いてもよいし、アルミニウム以外の材料で構成されたブロックを用いてもよい。また、アルミニウム製ブロック36に代えて、骨密度が既値である擬似骨を用いてもよい。かかる擬似骨を用いれば、当該擬似骨の画像の濃淡度を基に、下顎骨の骨密度を推測することができ、ひいては身体全体の骨密度を推測することができる。

#### 【0099】

また、上述したメイン画面100において4つのレントゲン撮影画像140, 140, ... を同時に表示すると共に、これら4つのレントゲン撮影画像140, 140, ... に係る評価結果（補正後平均値Mo' , 補正後偏差Do' およびヒストグラム（曲線142, 142, ... ））を同時に表示するようにしたが、これに限らない。即ち、4以

外の数のレントゲン撮影画像 140 およびその評価結果を表示するようにしてもよい。

【0100】

そして、上述した数 7 に基づいて評価対象領域 254 の輝度  $Y[i, j]$  を補正したが、当該数 7 以外の演算式（アルゴリズム）に基づいて補正を行ってもよい。

【0101】

さらに、評価対象領域 254 の形状は矩形に限らない。例えば、歯根 40（図 13 参照）に対応する部分 258 を当該評価対象領域 254 から排除してもよい。また、当該評価対象領域 254 の形状を任意に設定できるようにしてもよい。このようにすれば、患者毎に微妙に異なる下顎骨の形状（第 1 小臼歯 28 と、これと隣り合う犬歯 30 および第 2 小臼歯 32 との並び）の違いに、柔軟かつ的確に対応することができる。

【0102】

また、評価対象領域 254 は、この実施形態で説明した部分（第 1 小臼歯 28 の歯根 40 の下側半分とその周囲の歯槽骨 34 との部分）以外の部分としてもよい。ただし、この場合も、各“画像 A”間で当該評価対象領域 254 を統一させなければならないことは、言うまでもない。

【0103】

そして、この実施形態で説明したメイン画面 100 およびサブ画面 200 の表示形態、これらの画面 100 および 200 上での操作手順、これに伴う PC 12 の動作（図 18 ～ 図 21 のフローチャートで示される各処理）等は、この発明を実現するための一例であり、この発明の具体的態様を限定するものではない。つまり、この実施形態で説明したのとは別の態様によって、この発明を実現してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0104】

【図 1】 この発明の一実施形態を示す骨密度評価システムの全体構成図である。

【図 2】 同実施形態における撮影後のレントゲンフィルムの一態様を示す図解図である。

【図 3】 同実施形態におけるアルミニウム製ブロックの概観斜視図である。

【図 4】 同実施形態における撮影前のレントゲンフィルムの一態様を示す図解図である。

【図 5】 同実施形態においてレントゲン撮影時の状態を示す図解図である。

【図 6】 同実施形態において PC のディスプレイに表示されるメイン画面の一態様を示す図解図である。

【図 7】 図 6 とは異なるメイン画面の態様を示す図解図である。

【図 8】 図 7 とはさらに異なるメイン画面の態様を示す図解図である。

【図 9】 同実施形態において PC のディスプレイに表示されるサブ画面の一態様を示す図解図である。

【図 10】 同実施形態におけるサブ画面の一部分を拡大して示す図解図である。

【図 11】 図 9 とは異なるサブ画面の態様を示す図解図である。

【図 12】 同実施形態におけるテーブルの態様を概念的に示す図解図である。

【図 13】 図 10 とは異なる態様を示す拡大部分の図解図である。

【図 14】 図 11 とはさらに異なるサブ画面の態様を示す図解図である。

【図 15】 図 8 とはさらに異なるメイン画面の態様を示す図解図である。

【図 16】 図 14 とはさらに異なるサブ画面の態様を示す図解図である。

【図 17】 図 15 とはさらに異なるメイン画面の態様を示す図解図である。

【図 18】 同実施形態における PC の動作を示すフローチャートである。

【図 19】 図 18 における領域選択処理の詳細を示すフローチャートである。

【図 20】 図 19 に続くフローチャートである。

【図 21】 図 19 に続く図 20 とは別のフローチャートである。

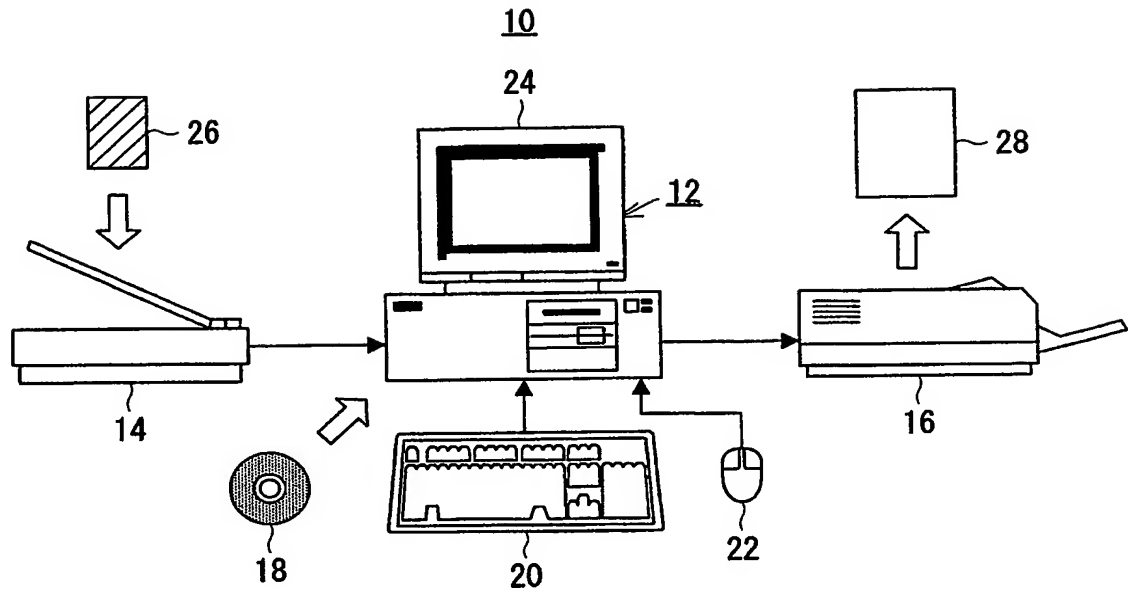
【符号の説明】

【0105】

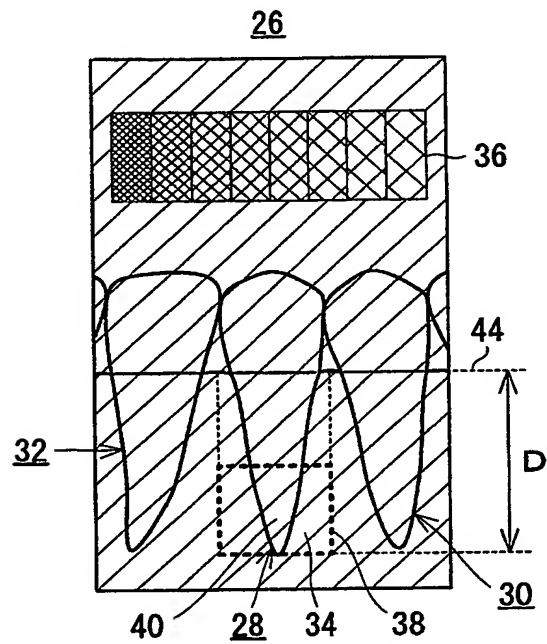
1 0 骨密度評価システム  
 1 2 P C  
 1 4 フィルムスキャナ  
 1 6 レーザプリンタ  
 1 0 0 メイン画面  
 2 0 0 サブ画面  
 2 1 4 レントゲン撮影画像  
 2 4 2 ヒストグラム表示エリア  
 2 4 8 リファレンスバー領域  
 2 5 0 リファレンスバー  
 2 5 4 評価対象領域

【書類名】 図面

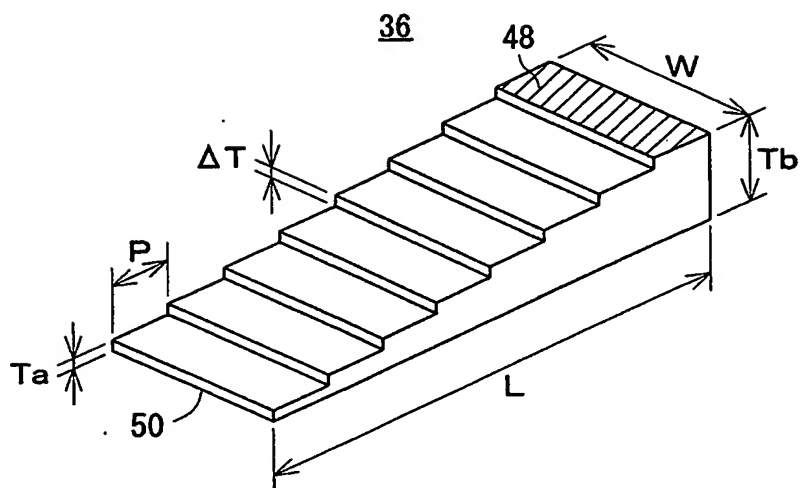
【図 1】



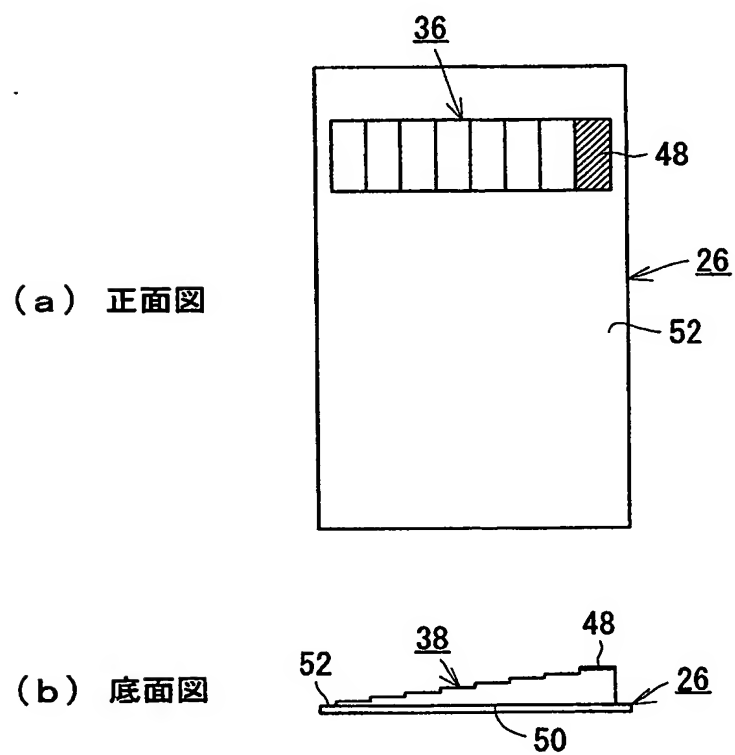
【図 2】



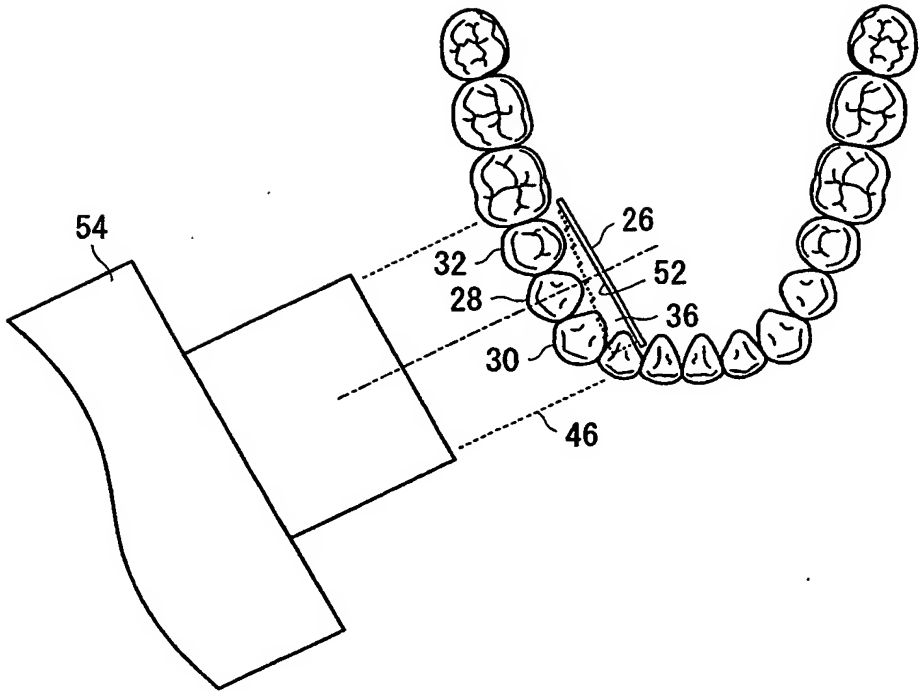
【図 3】



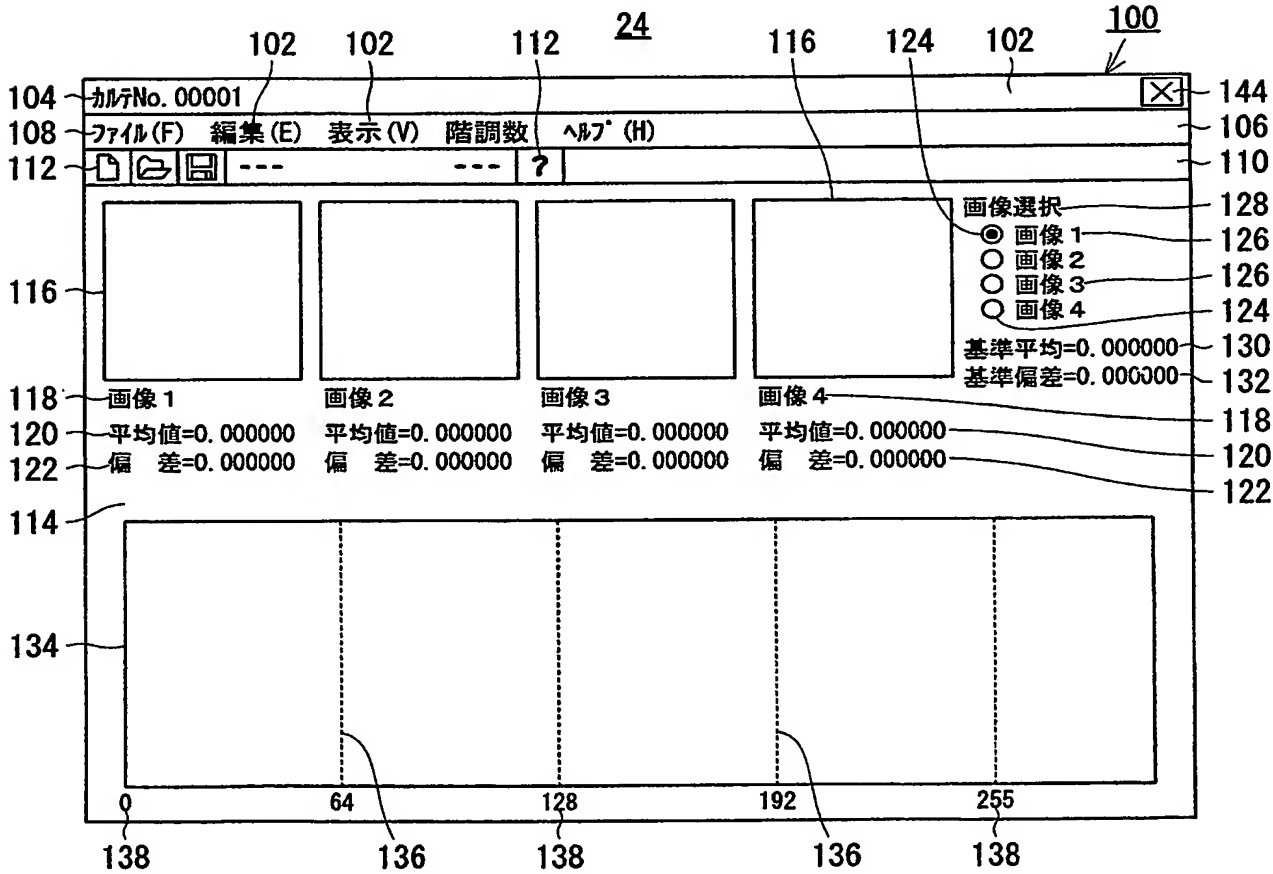
【図 4】



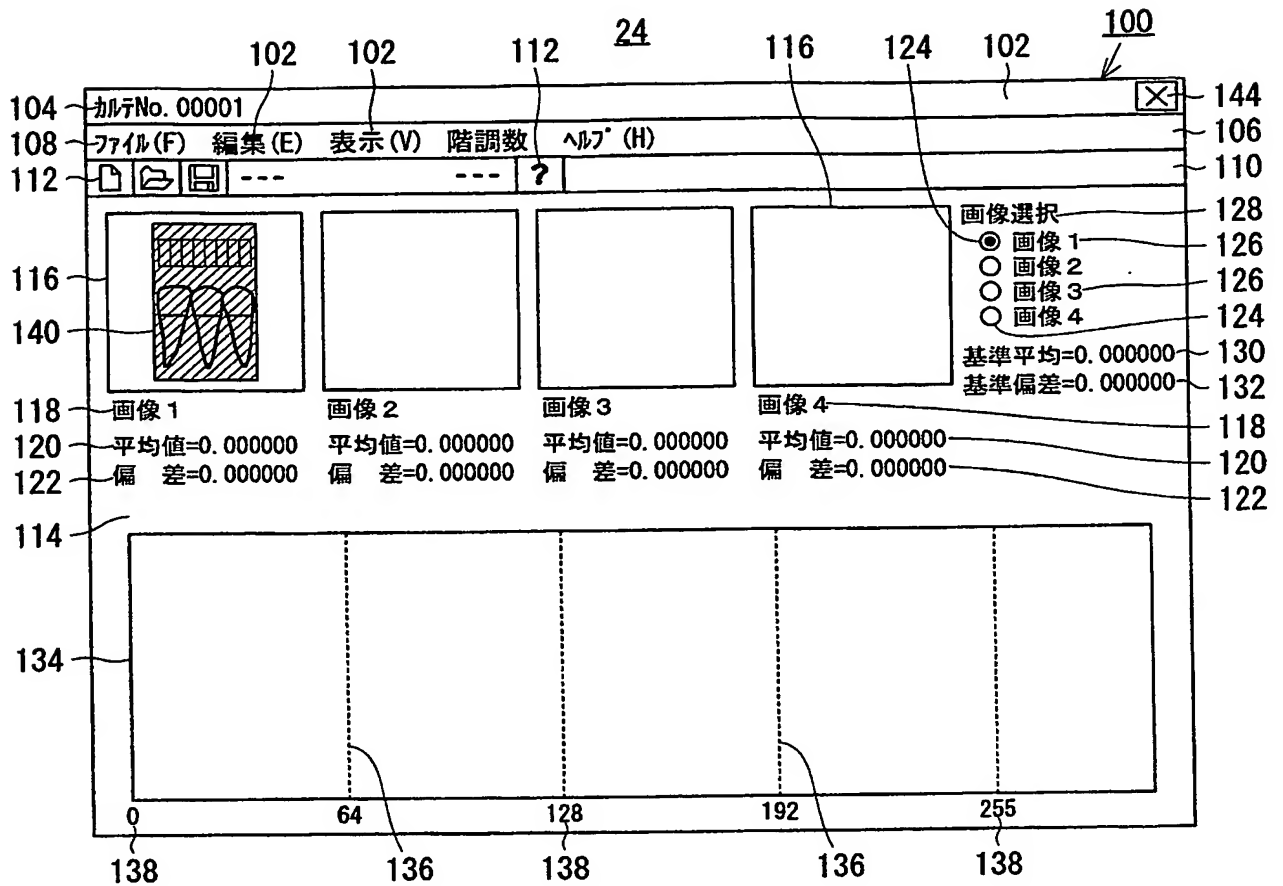
【図 5】



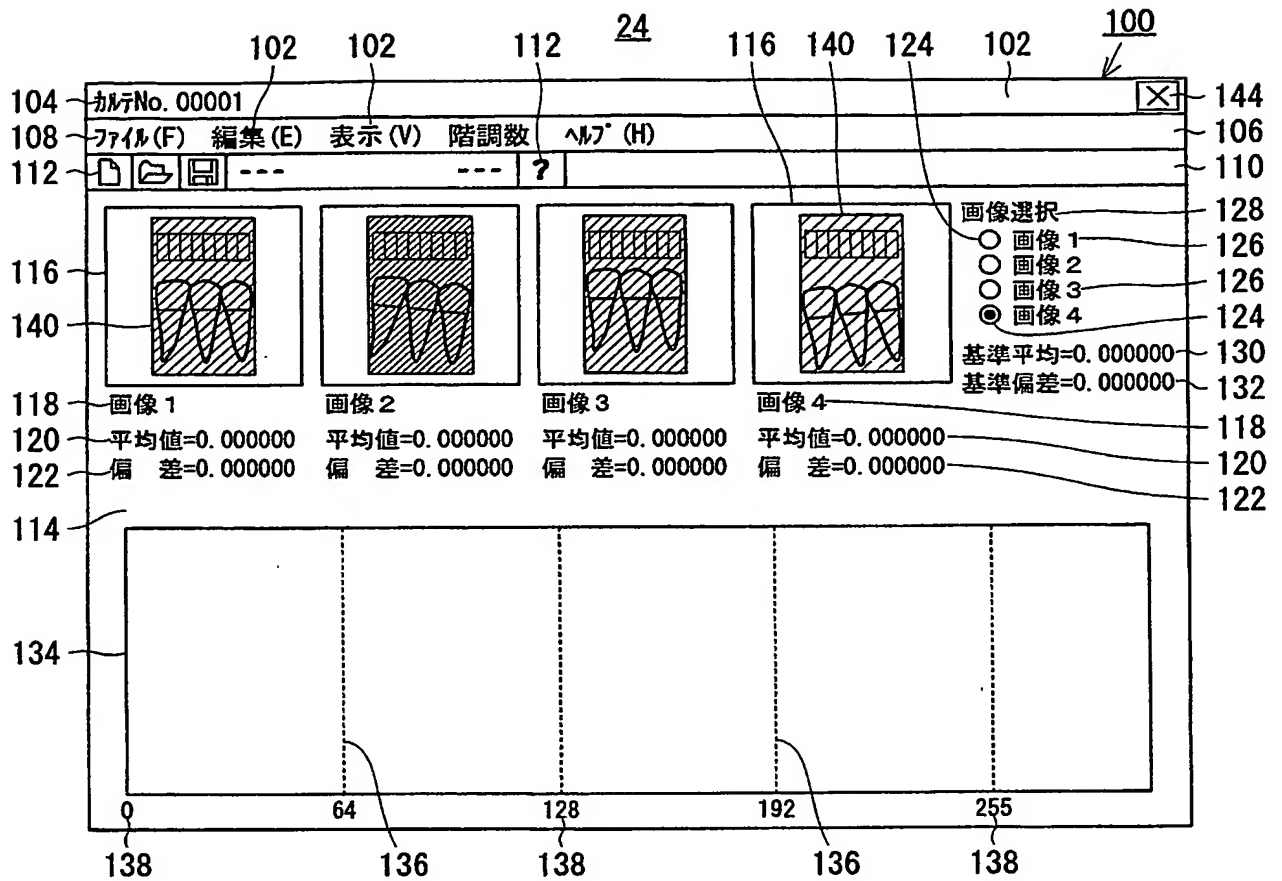
【図 6】



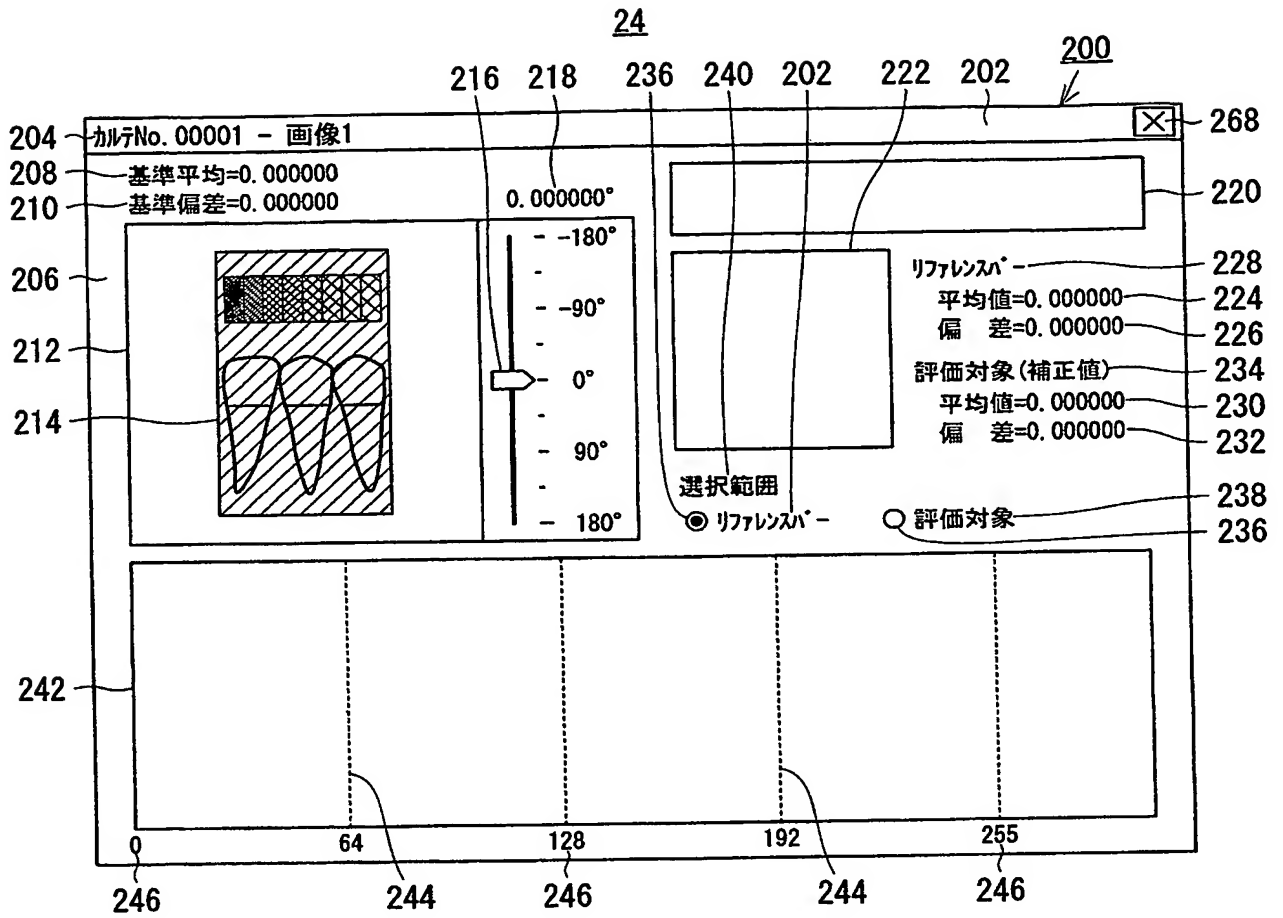
【図 7】



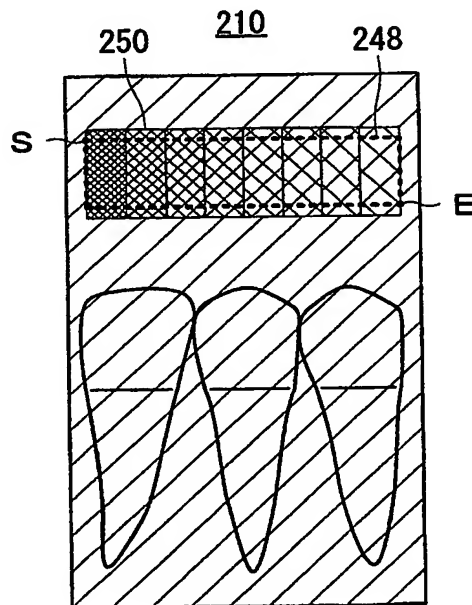
【図 8】



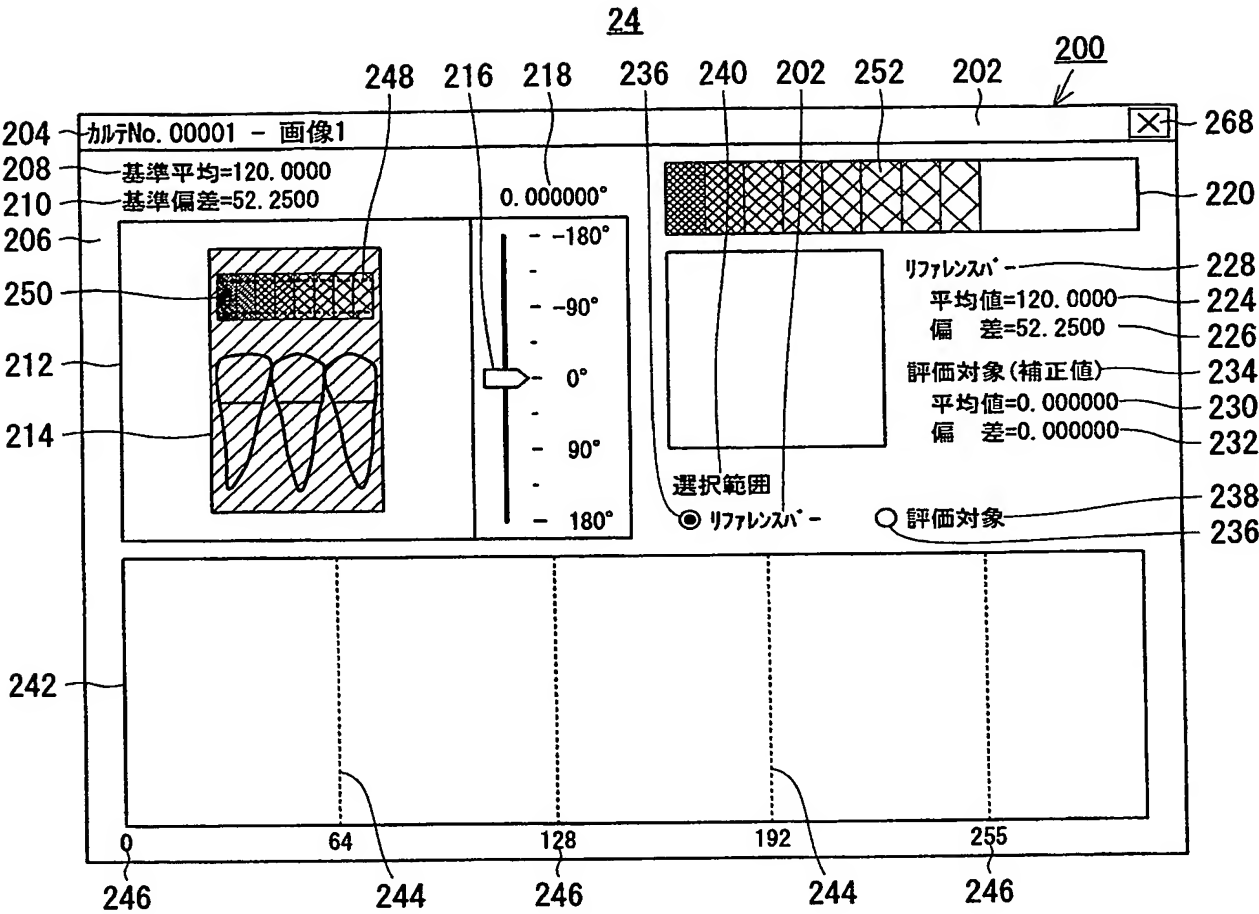
【図 9】



【図 10】



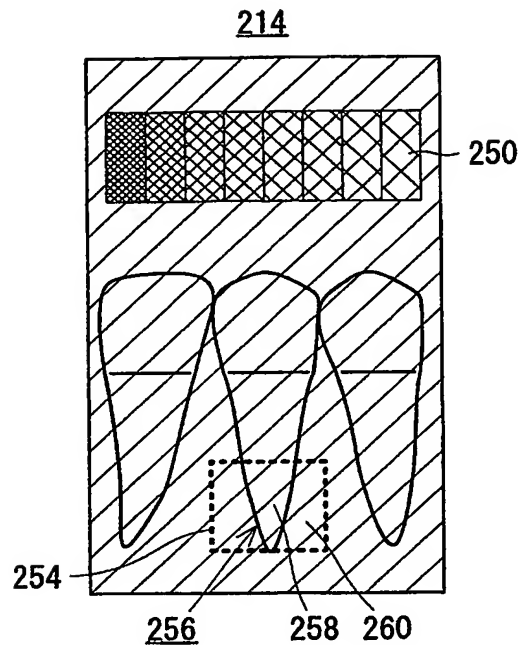
【図 1 1】



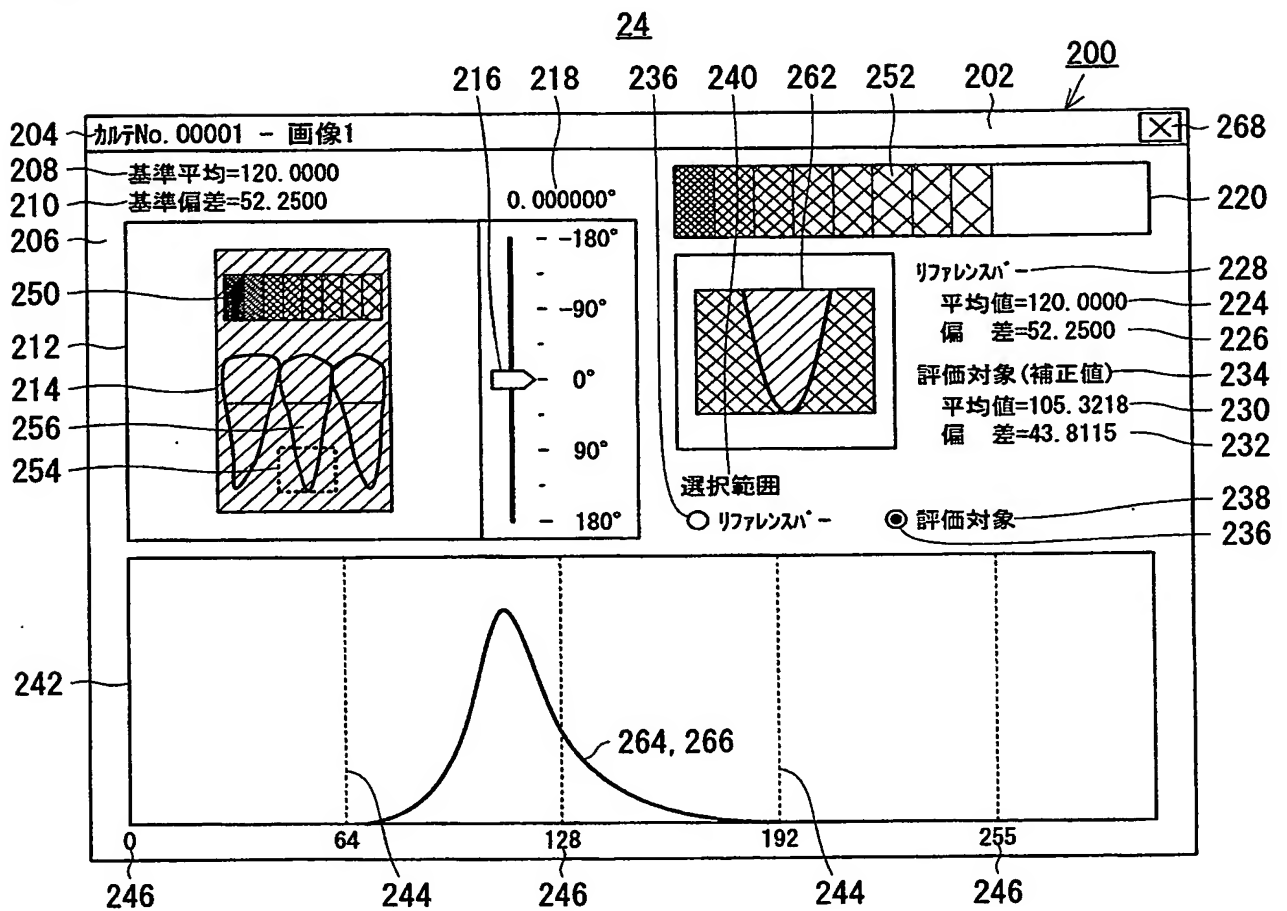
【図 1 2】

ITEM	画像1	画像2	画像3	画像4
Hb[x]				
Mb	(SMb)			
Db	(SDb)			
Ho[x]				
Mo				
Do				
Ho' [x]				
Mo'				
Do'				

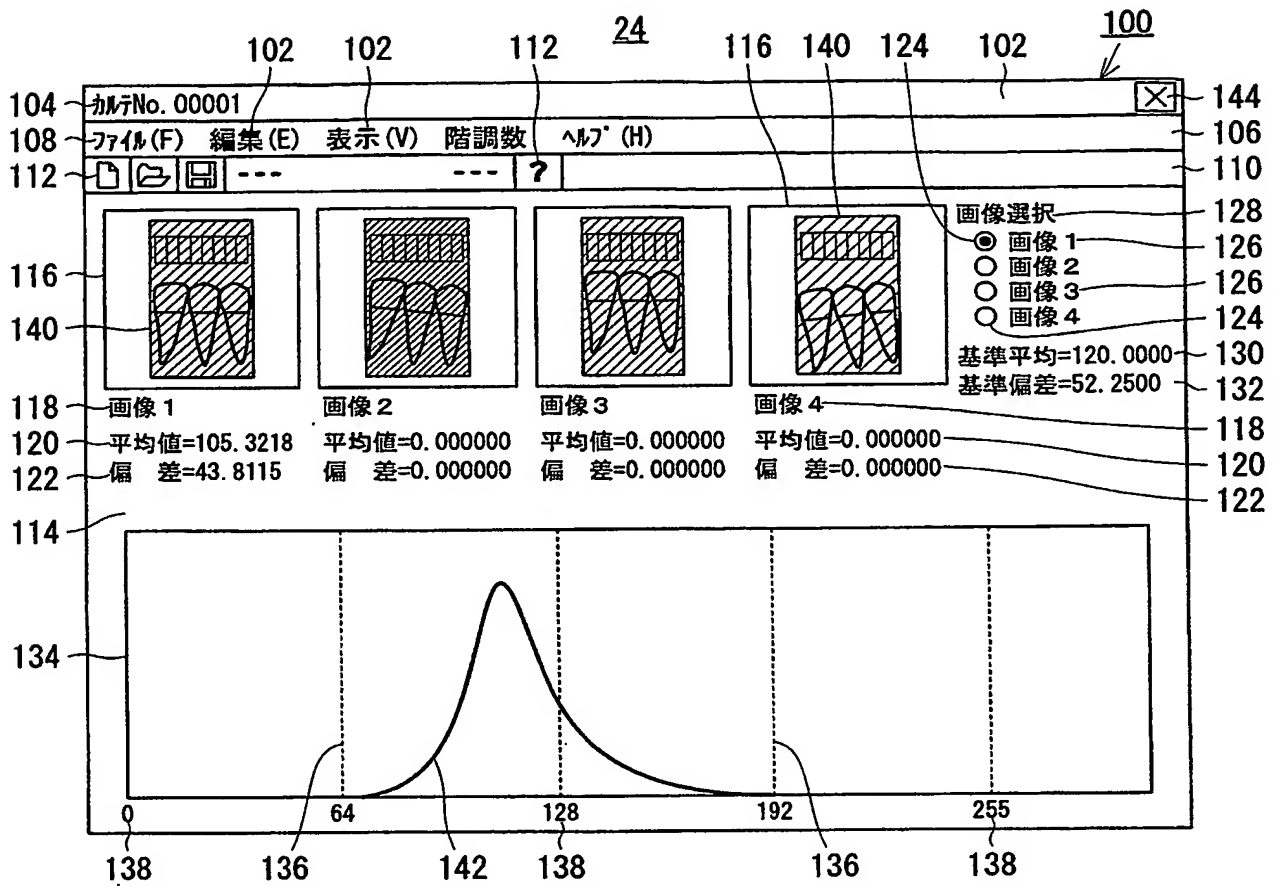
【図 13】



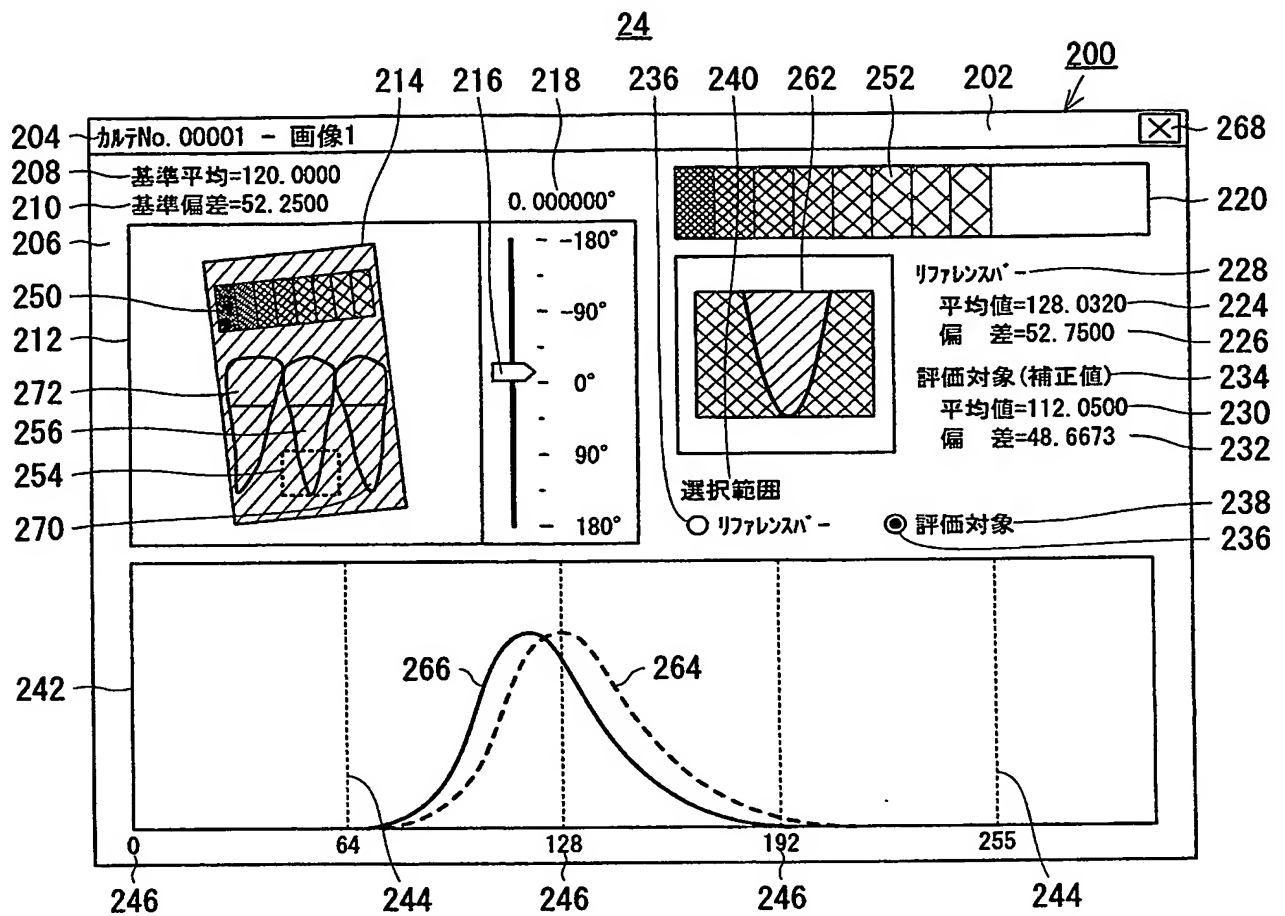
【図 14】



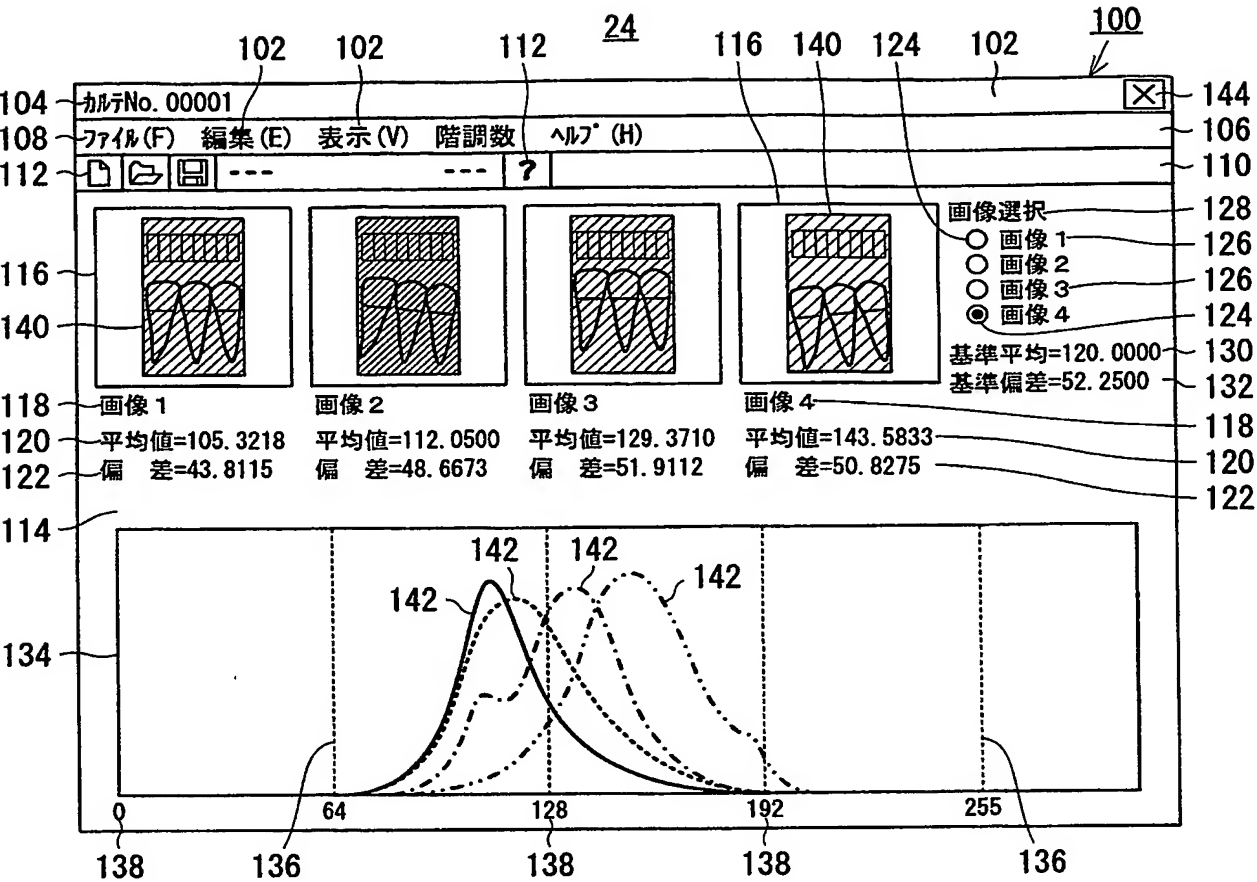
【図 15】



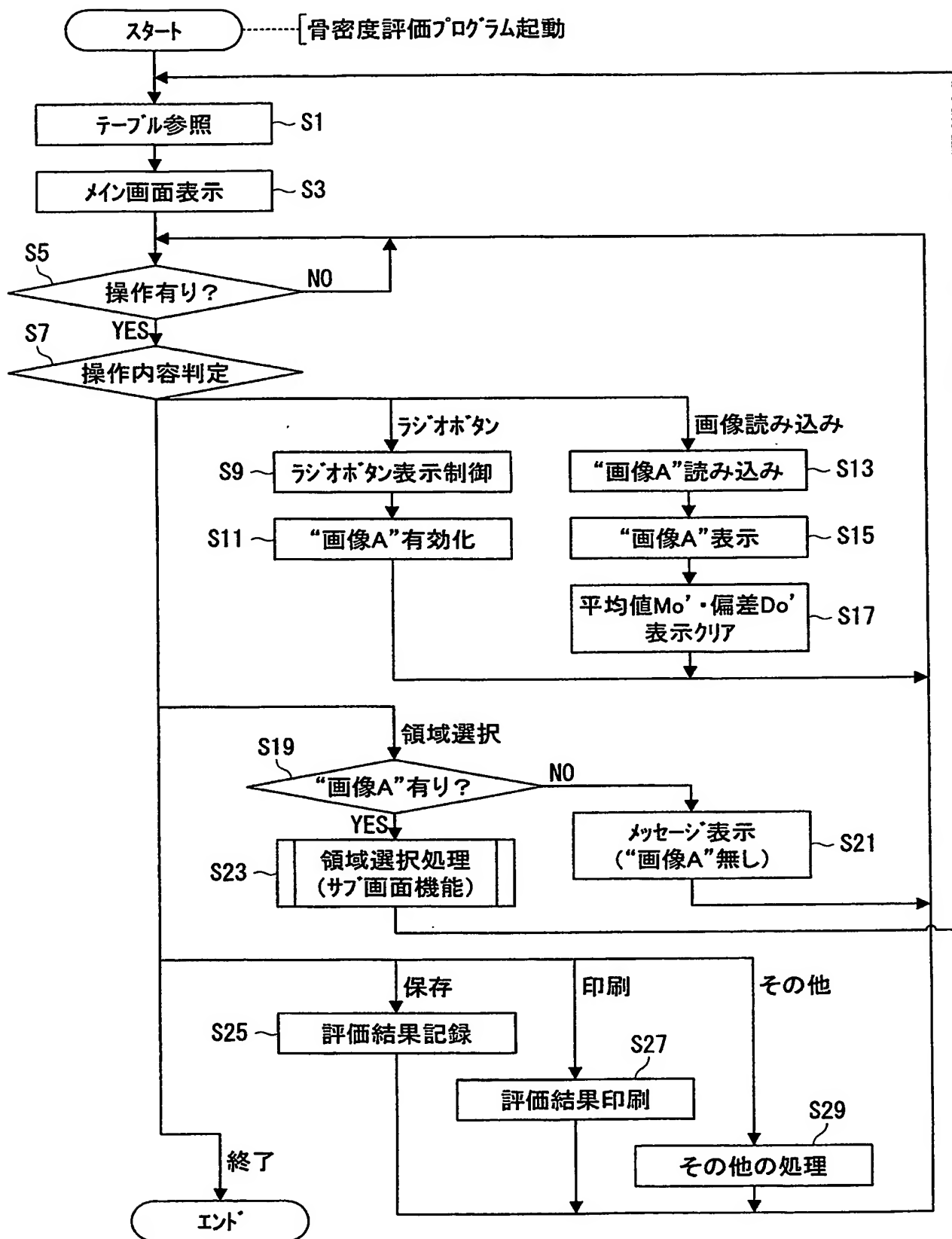
【図 16】



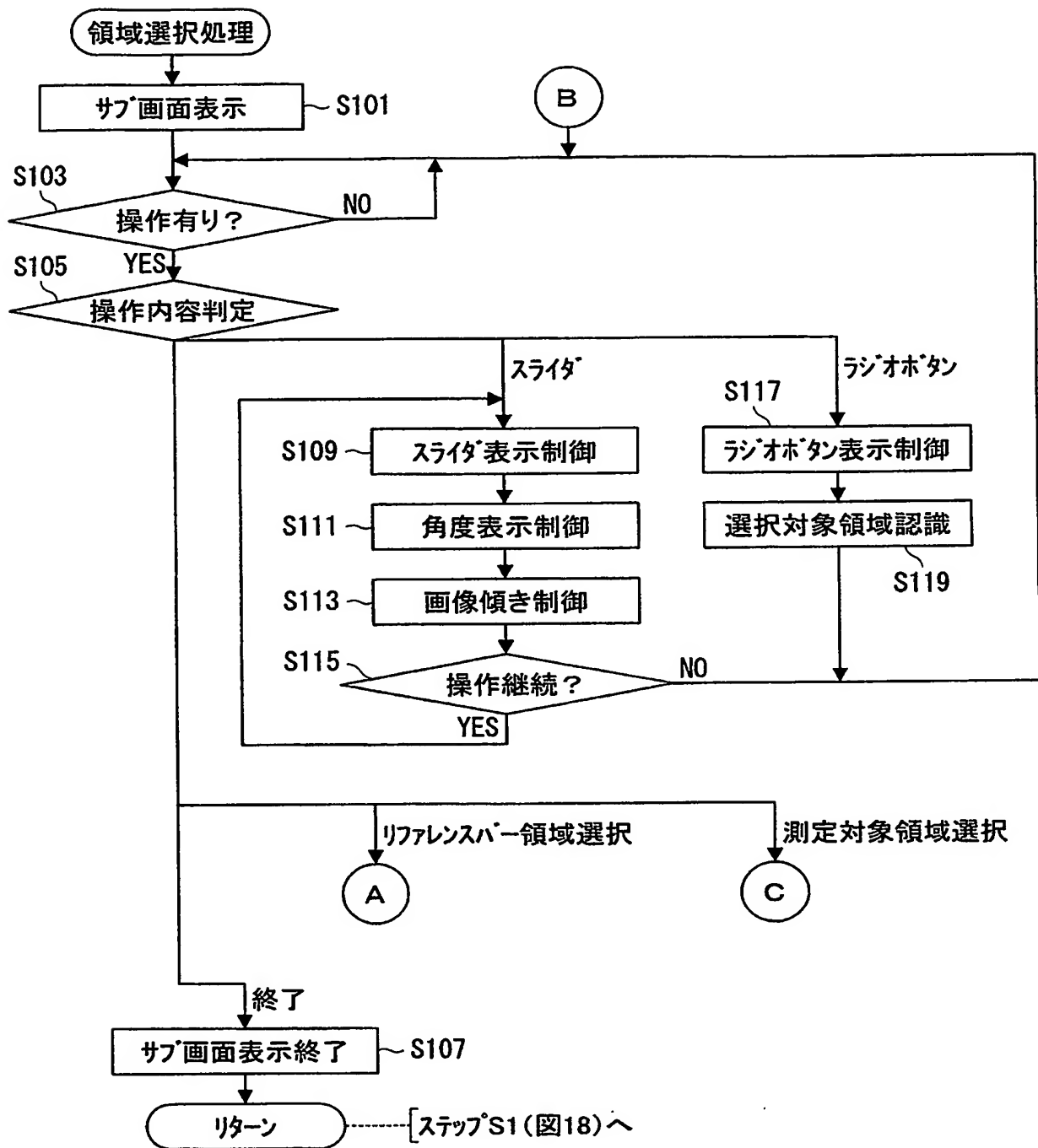
【図 17】



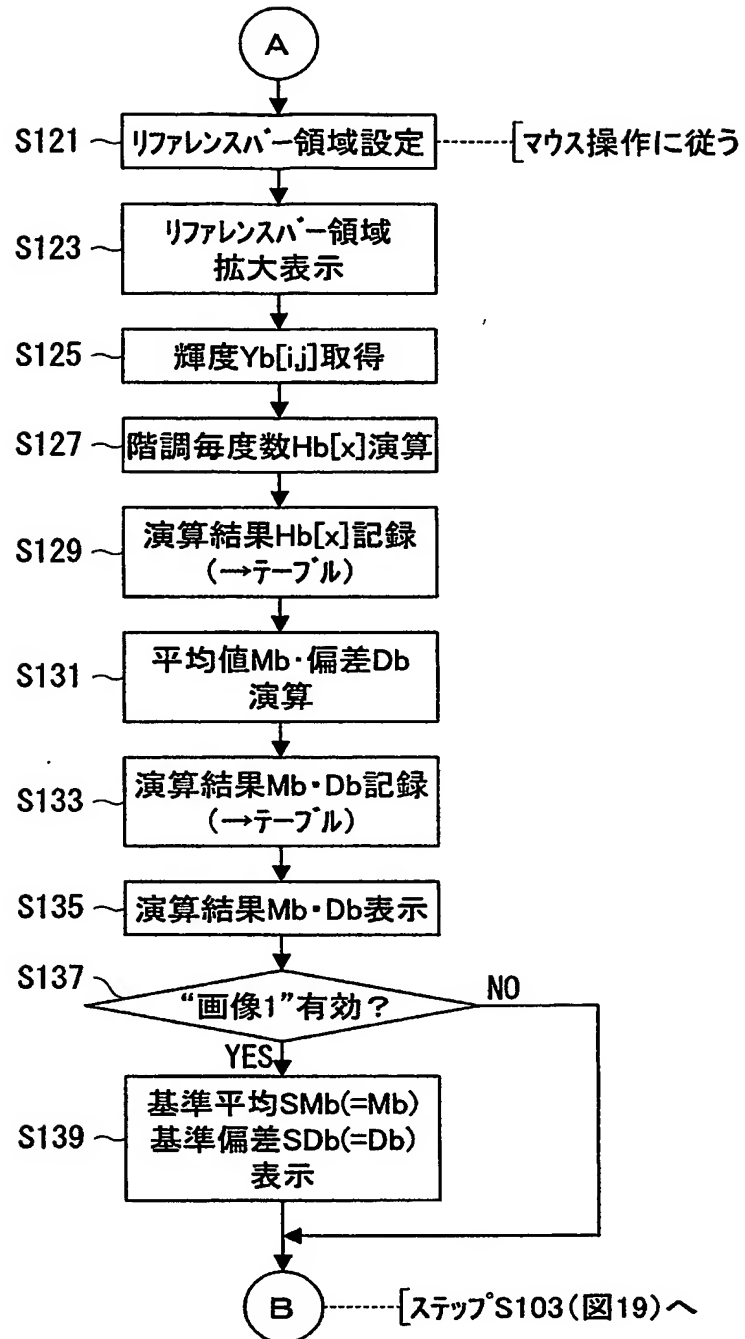
【図 18】



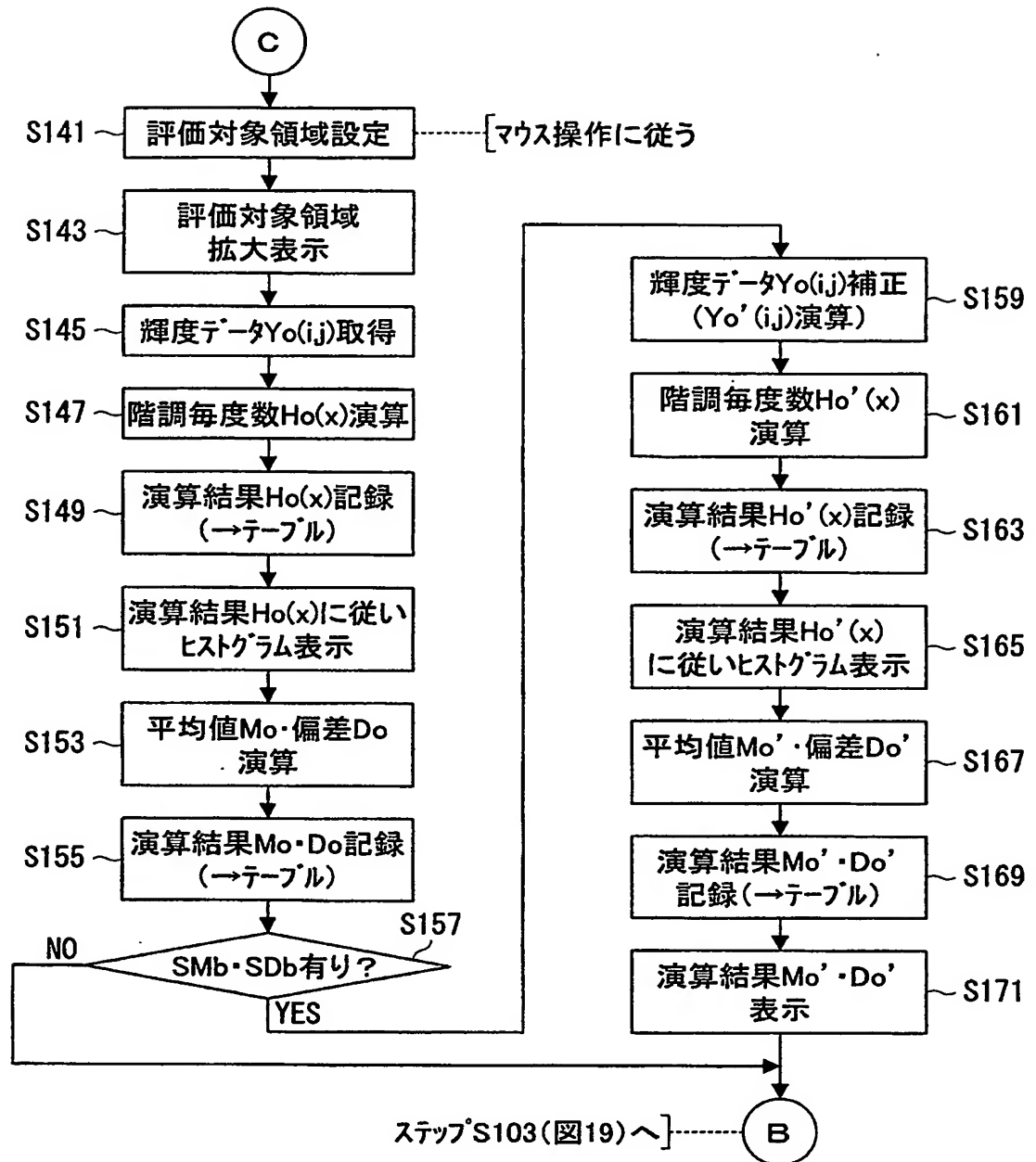
【図19】



【図 20】



【図 21】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 骨密度を正確に評価する。

【解決手段】 下顎骨とリファレンスバーとが並んで撮影されたレントゲン撮影画像 2 1 4 のうち、リファレンスバー領域 2 4 8 が選択されると、この領域 2 4 8 の輝度の平均値および偏差が、文字列 2 2 4 および 2 2 6 によって表示される。一方、評価対象領域 2 5 4 が選択されると、この領域 2 5 4 の輝度が、リファレンスバー領域 2 4 8 の輝度の平均値および偏差、並びに基準平均値、基準偏差に基づいて、つまり一定の基準の下、補正される。そして、補正後の輝度は、ヒストグラム（曲線 2 6 4 および 2 6 6）で表示される。さらに、補正後の輝度の平均値および偏差が求められ、これらは文字列 2 3 0 および 2 3 2 によって表示される。そして、これらヒストグラム、補正後の輝度の平均値および偏差から、骨密度が評価される。

【選択図】 図 1 6

特願 2 0 0 3 - 2 8 3 6 8 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 5 9 9 0 4 1 3 0 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 9 年 3 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

兵庫県姫路市坊主町 6 6 - 1

氏 名

高石 佳知